

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Inductores de Tolerancia al Estrés Biótico y Abiótico en Plantas de Tomate

Por:

JOSÉ MIGUEL GARCÍA JAIME

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Inductores de Tolerancia al Estrés Biótico y Abiótico en Plantas de Tomate

Por:

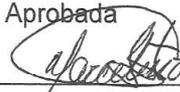
JOSÉ MIGUEL GARCÍA JAIME

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

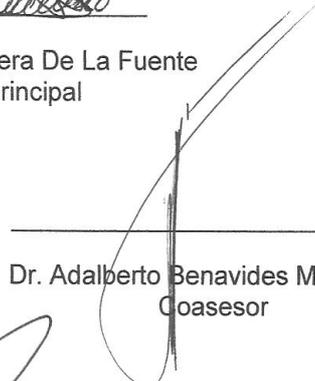
Aprobada



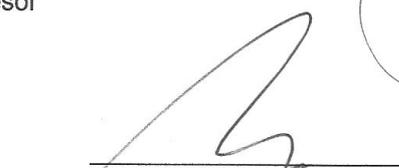
Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Asesor Principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



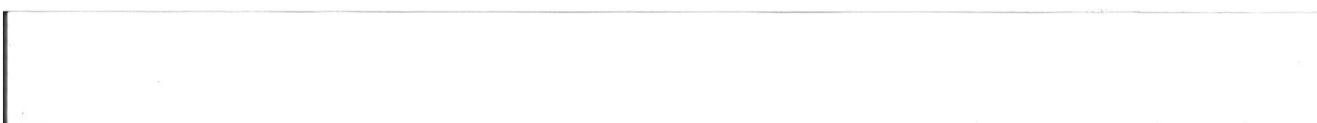
Dr. Adalberto Benavides Mendoza
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2012



DEDICATORIA

EL presente trabajo lo dedico con todo mi amor, a mis padres **J. Margarito García Martínez** y **Martina Jaime Mendoza**, por todo su apoyo cariño y dedicación que me brindaron a partir de mi nacimiento, por darme la oportunidad y haberme motivado para concluir mi preparación profesional, por todos los valores que me inculcaron, y porque me dieron la visión para superarme y ser mejor en la vida.

A mis hermanos **María del Carmen, Ana María Lucero, María Teresa y Abram Israel**, por toda su comprensión y amor fraterno del que fui objeto por parte de Ellos y que en todo momento esto me sirvió, para perseverar en la meta que me había fijado, para demostrar, que el amor de todos hizo que no claudicara en mi empeño, para todos Ustedes, mi amor y respeto.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la virgen **María de Guadalupe**, por mis 23 años de vida, que con el apoyo de mi familia, y la ayuda de quienes invoque en primer término, me guiaron por el buen camino de la vida, y me permitieron obtener esta carrera profesional y ser mejor persona para conducirme en lo futuro.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi **Alma Mater**, porque me brindó el apoyo total, para ser un profesionista en el ámbito agrícola, para bien de la sociedad y beneficio propio, cumpliendo así, el principal de mis objetivos en la vida.

A todos los profesores de la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, especialmente a los maestros que me impartieron clase en las aulas de esta casa de estudios, reitero a Ellos mi eterno agradecimiento por los conocimientos que me brindaron para hacer de mi persona un profesionista.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por la confianza y apoyo sin límites que me otorgó para la realización de este trabajo experimental, y contribuir de una manera importante en mi formación profesional.

Al **Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente**, por los conocimientos que a través de su confianza fueron la base fundamental para realizar y concluir este trabajo, por la confianza que me brindado y sobre todo por permitirme conocerlo como maestro y ser humano.

Al **Dr. Alberto Sandoval Rangel**, porque su clase interesante y amena, fue para mí un acicate para continuar avanzando en el estudio y lograr al final, la meta que me había fijado.

Al **M.C. Isidro Morales García**, por su amistad, por haber colaborado con sus sugerencias, siempre atinadas que me ayudaron infinitamente para la elaboración del presente trabajo.

A mis amigos **Agustín Ramírez Zamudio, Evaristo Campos Briceño, Juan Esteban Torres Vivar, Claudio Iván Balbuena Jaime y Cesar Rodríguez Anrrubio**, porque con su amistad formaron en esta etapa de mi vida, el apoyo que me dieron en todas las ocasiones que acudí, en demanda de ayuda.

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de determinar la respuesta de la adición de ácido salicílico y ácido benzoico a los productos Barrier, Defense AX aplicados de forma foliar en plantas de tomate, en las etapas de plántula y crecimiento vegetativo, establecidas en tres diferentes ambientes. Se aplicaron las combinaciones de Barrier y Defense AX con ácido salicílico (en concentración 10^{-4} molar) así mismo para ácido benzoico, más los testigos de cada ambiente, así como un testigo absoluto. Con un total de 10 tratamientos que fueron sometidos a prueba en los tres ambientes, dando un total de 30 tratamientos. Los tratamientos fueron: **1**Barrier, **2**Defense AX, **3**Defense AX + ácido benzoico, **4**Barrier + ácido salicílico, **5**Barrier + ácido benzoico, **6**Defense AX + ácido salicílico, **7** ácido salicílico, **8** ácido benzoico, **9**Defense AX + Barrier y **10** Testigo. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro de tallo, peso fresco foliar, peso fresco de raíz, longitud de raíz, peso seco foliar, peso seco de raíz, número de frutos, peso fresco de frutos. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, con 30 tratamientos, dándonos un total de 300 unidades experimentales. Los resultados presentaron efecto positivo, en las variables agronómicas, altura de planta en la etapa vegetativa, diámetro de tallo tanto en la etapa de plántula como vegetativa, peso fresco foliar en la etapa vegetativa, peso fresco de raíz tanto en la etapa de plántula como vegetativa, peso seco foliar en la etapa vegetativa y peso seco de raíz en la etapa de plántula. Dichas combinaciones, también tuvieron efectos positivos en las plantas bajo estrés abiótico, biótico y en condiciones normales, dicho efecto, se reflejó mejorando las variables agronómicas evaluadas.

Palabras clave: salicílico, benzoico, fosfitos, inductores.

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.- Altura en la etapa de plántula condiciones normales.....	51
Cuadro 2.- Diámetro de tallo en la etapa de plántula condiciones normales.....	51
Cuadro 3.- Peso aéreo en la etapa de plántula condiciones normales.....	51
Cuadro 4.- Peso de raíz etapa de plántula condiciones normales.....	51
Cuadro 5.- Longitud de raíz etapa de plántula condiciones normales.....	51
Cuadro 6.- Peso foliar etapa de plántula condiciones normales.....	52
Cuadro 7.- Peso de raíz etapa de plántula condiciones normales.....	52
Cuadro 8.- Altura en la etapa de plántula estrés abiótico.....	52
Cuadro 9.- Diámetro de tallo en la etapa de plántula estrés abiótico.....	52
Cuadro 10.- Peso aéreo en la etapa de plántula estrés abiótico.....	53
Cuadro 11.- Peso de raíz en la etapa de plántula estrés abiótico.....	53
Cuadro 12.- Longitud de raíz en la etapa de plántula estrés abiótico.....	53
Cuadro 13.- Peso foliar en la etapa de plántula estrés abiótico.....	53
Cuadro 14.- Peso de raíz en la etapa de plántula estrés abiótico.....	53
Cuadro 15.- Altura en la etapa de plántula estrés biótico.....	54
Cuadro 16.- Diámetro de tallo en la etapa de plántula estrés biótico.....	54
Cuadro 17.- Peso aéreo en la etapa de plántula estrés biótico.....	54
Cuadro 18.- Peso de raíz en la etapa de plántula estrés biótico.....	54
Cuadro 19.- Longitud de raíz en la etapa de plántula estrés biótico.....	55
Cuadro 20.- Peso foliar en la etapa de plántula estrés biótico.....	55

Cuadro 21.- Peso de raíz en la etapa de plántula estrés biótico.....	55
Cuadro 22.- Altura en la etapa vegetativa condiciones normales.....	55
Cuadro 23.- Diámetro de tallo en la etapa vegetativa condiciones normales.....	56
Cuadro 24.- Peso aéreo etapa vegetativa condiciones normales.....	56
Cuadro 25.- Peso de raíz etapa vegetativa condiciones normales.....	56
Cuadro 26.- Longitud de raíz etapa vegetativa condiciones normales.....	56
Cuadro 27.- Número de frutos etapa vegetativa condiciones normales.....	56
Cuadro 28.- Peso de frutos etapa vegetativa condiciones normales.....	57
Cuadro 29.- Peso foliar etapa vegetativa condiciones normales.....	57
Cuadro 30.- Peso de raíz etapa vegetativa condiciones normales.....	57
Cuadro 31.- Altura en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	57
Cuadro 32.- Diámetro de tallo etapa vegetativa estrés abiótico.....	57
Cuadro 33.- Peso aéreo en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	58
Cuadro 34.- Peso de raíz en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	58
Cuadro 35.- Longitud de raíz en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	58
Cuadro 36.- Número de frutos en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	58
Cuadro 37.- Peso de frutos en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	58
Cuadro 38.- Peso foliar en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	59
Cuadro 39.- Peso de raíz en la etapa vegetativa estrés abiótico.....	59
Cuadro 40.- Altura en la etapa vegetativa estrés biótico.....	59
Cuadro 41.- Diámetro de tallo en la etapa vegetativa estrés biótico.....	59
Cuadro 42.- Peso aéreo en la etapa vegetativa estrés biótico.....	60

Cuadro 43.- Peso de raíz en la etapa vegetativa estrés biótico.....	60
Cuadro 44.- Longitud de raíz en la etapa vegetativa estrés biótico.....	60
Cuadro 45.- Número de frutos en la etapa vegetativa estrés biótico.....	60
Cuadro 46.- Peso de frutos en la etapa vegetativa estrés biótico.....	60
Cuadro 47.- Peso foliar en la etapa vegetativa estrés biótico.....	61
Cuadro 48.- Peso de raíz en la etapa vegetativa estrés biótico.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.- Altura de plantas presentada en la etapa de plántula.....	26
Figura 2.- Altura de plantas presentada en la etapa vegetativa.....	27
Figura 3.- Diámetro de tallo presentado la etapa de plántula.....	28
Figura 4.- Diámetro de tallo en la etapa de vegetativa.....	29
Figura 5.- Peso fresco foliar presentado en la etapa de plántula.....	30
Figura 6.- Peso fresco foliar presentado en la etapa vegetativa.....	31
Figura 7.- Peso fresco de raíz presentado en la etapa de plántula.....	32
Figura 8.- Peso fresco de raíz presentado en la etapa vegetativa.....	33
Figura 9.- Longitud de raíz presentado en la etapa de plántula.....	34
Figura 10.- Longitud de raíz presentado en la etapa vegetativa.....	35
Figura 11.- Peso seco foliar presentado en la etapa de plántula.....	36
Figura 12.- Peso seco foliar presentado en la etapa vegetativa.....	37
Figura 13.- Peso seco de raíz presentado en la etapa de plántula.....	38
Figura 14.- Peso seco de raíz presentado en la etapa vegetativa.....	39
Figura 15.- Número de frutos obtenidos en los tres ambientes.....	40
Figura 16.- Peso de frutos obtenidos en los tres ambientes.....	41

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Morfología.....	5
Crecimiento determinado.....	5
Crecimiento indeterminado.....	5
Tallo.....	6
Flor.....	6
Hojas.....	6
Raíz.....	6
Fruto.....	7
Semilla.....	7
Temperatura.....	7
Humedad.....	8
Luminosidad.....	9
Suelo.....	9
Producción Nacional.....	9
Producción Mundial.....	10
Estrés en las Plantas.....	10

Estrés biótico.....	11
Estrés abiótico.....	12
Estrés salino.....	12
Estrés por patógenos.....	12
Inductores de tolerancia.....	13
Funciones de los ácidos orgánicos aplicados de manera exógena.....	14
Ácido salicílico.....	14
Ácido benzoico.....	15
Defense AX (Fosfito de Potasio).....	16
Barrier (Fosfito de Calcio + Silicio).....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
Localización del experimento.....	19
Material vegetal.....	19
Siembra.....	19
Tratamientos.....	19
Inoculación de <i>Fusarium Oxysporum</i>	20
Aplicación de cloruro de sodio.....	21
Manejo del cultivo.....	21
Diseño experimental.....	21
Variables de evaluadas.....	22
Altura de la planta.....	22
Diámetro de tallo.....	22
Peso fresco Foliar.....	22
Peso fresco de raíz.....	23
Longitud de raíz.....	23
Peso seco foliar.....	23
Peso seco raíz.....	24
Numero de frutos.....	24
Peso fresco de frutos.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Altura de la planta etapa de plántula.....	25
Altura de la planta etapa vegetativa.....	27
Diámetro de tallo etapa de plántula.....	28

Diámetro de tallo etapa vegetativa.....	29
Peso fresco foliar etapa de plántula.....	30
Peso fresco foliar etapa vegetativa.....	31
Peso fresco raíz etapa de plántula.....	32
Peso fresco raíz etapa vegetativa.....	33
Longitud de raíz etapa de plántula.....	34
Longitud de raíz etapa vegetativa.....	35
Peso seco foliar etapa de plántula.....	36
Peso seco foliar etapa vegetativa.....	37
Peso seco raíz etapa de plántula.....	38
Peso seco raíz etapa vegetativa.....	39
Numero de frutos.....	40
Peso fresco de frutos.....	41
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	43
APÉNDICE	51

INTRODUCCIÓN

México está considerado a nivel mundial, como el centro más importante de domesticación del tomate rojo o también, conocido como jitomate. La palabra jitomate, proviene del dialecto náhuatl “tomatl”; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos en 1835 (Valadez, 2001). El tomate, es la aportación vegetal de México más extendida mundialmente. La aceptación que tiene en las diversas culturas del mundo, se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial. Así mismo, es una fuente importante generadora de divisas y de empleo para nuestro país. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa, el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superado por el ganado vacuno (SIAP de la SAGARPA, 2003). EL comercio del tomate rojo mexicano, depende en gran medida, del mercado estadounidense, y en los últimos diez años, las exportaciones se incrementaron 67%. En el año 2000 México aportó 590 000 t (80.8%) de tomate fresco a los EE.UU., seguido por Canadá (13.9%) y los países bajos (3.8%) (FAS-USDA, 2001). En el año 2000 el tomate mexicano, aportó 12.8% del valor de las exportaciones agropecuarias de México (3655.2 millones de dólares), 25.4% del valor de las exportaciones de legumbres y hortalizas frescas (INEGI, 2001). La producción de cultivos; como lo es el tomate, depende en gran medida del ambiente bajo el que se desarrolla, ya sea con algún tipo de estrés o en ausencia del mismo, así como del manejo, y la manera de cómo los factores influyen en la producción. Por tanto, con la demanda por el incremento en la población, la producción de alimentos a nivel mundial, necesitará incrementarse en un 38% antes de 2025 y un 57% antes de 2050 (Wild, 2003). Por ello, se pone énfasis a los factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, como son los abióticos y bióticos que son determinantes en el rendimiento. Para lograr satisfacer esta demanda, autores como Rangel *et al.*, (2010) afirman que el ácido salicílico, juega un papel importante en varios aspectos de las respuestas ya que induce la producción de proteínas (PR), que inducen

resistencia en las plantas, ante el ataque de patógenos Cervera *et al.*, (2007) encontraron que las aplicaciones de fosfitos, mejoran las variables agronómicas de número de hojas, rendimiento y densidad radicular en árboles de aguacate y Benavides *et al.*, (2002) afirman que las plantas liberan ácido benzoico al medio en el que se encuentran, en donde funciona como un alelo químico, que interfiere con el desarrollo de organismos competidores. Por ello con el presente trabajo, se pretende encontrar una combinación de inductores de tolerancia, que nos permitan un mejor desarrollo de las plantas de tomate bajo condiciones de estrés, y con ello encontrar una alternativa, para satisfacer la demanda de alimento que cada día es mayor.

Objetivo General

Determinar la respuesta de la adición de ácido salicílico y ácido benzoico a los productos Barrier y Defense AX, al ser aplicados de forma foliar en plantas de tomate, en las etapas de plántula y vegetativa, establecidas en diferentes ambientes.

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de las combinaciones obtenidas de ácido salicílico, benzoico, Barrier y Defense AX, al ser aplicadas de forma foliar a plantas de tomate bajo estrés abiótico.

Evaluar el efecto de las combinaciones obtenidas de ácido salicílico, benzoico, Barrier y Defense AX, al ser aplicadas de forma foliar a plantas de tomate bajo estrés biótico.

Evaluar el efecto de las combinaciones obtenidas de ácido salicílico, benzoico, Barrier y Defense AX, al ser aplicadas de forma foliar a plantas de tomate bajo condiciones normales (sin estrés).

Hipótesis

Adicionar ácido benzoico y/o ácido salicílico a los productos Barrier y Defense AX y aplicados de manera exógena, ayudaran a un mejor desarrollo de las plantas, promoviendo la resistencia sistémica adquirida bajo condiciones de estrés biótico, abiótico.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

La planta de tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se encuentra en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y son los lugares en donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Valadez, 2001).

La planta de tomate, fue aceptada durante mucho tiempo en Europa como ornamental, dado a que se creía que era venenosa, por su relación con las plantas de la familia de las solanáceas, como el beleño, la belladona y otras; y estas creencias se mantuvieron en muchas regiones hasta entrado el siglo XX (Rodríguez, 1997).

El tomate, después de haber llegado a Inglaterra, fue llevado a los Estados Unidos alrededor del año 1711, donde también fue cultivado como ornamental. El consumo de tomate como fuente de alimento, ocurrió aproximadamente en 1850 en los Estados Unidos, y sólo a partir de esta fecha, comenzó a tener un poco de interés científico y agronómico.

A partir del siglo XIX, adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo.

En 1900 surgió la primera variedad mejorada, denominada ponderosa, a partir de la cual, se obtuvo la mayoría de las variedades americanas actuales, junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de los veinte y los treinta (Jaramillo, 2007).

Clasificación taxonómica

Nuez, (1995) considera que el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas, y la clasifica: de la Clase: Dicotiledónea, del Orden: Solanales, de la Familia: Solanaceae, Subfamilia: Solanoideae, Tribu: Solaneae, del Género: *Lycopersicon*, y Especie: *Esculentum*.

Morfología

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta, y su crecimiento es determinado e indeterminado (Jaramillo, 2007).

Crecimiento determinado

Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen períodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que podemos encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones, necesitamos poner tutores (Nuño *et al.*, 2007).

Crecimiento indeterminado

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal, hasta más de 12 metros de largo si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda en torno a un hilo de soporte. Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivarse en invernaderos (Nuño *et al.*, 2007)

Tallo

Consta de un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el cual se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Toledo, 2003).

Flor

Está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí y la corola gamopétala. El androceo tiene 5 o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de 2 a 30 carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos por celdas del fruto (Ortiz y Gómez, 2010).

Hojas

Compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Comisión Veracruzana, 2010).

Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende

superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Casaca, 2005).

Fruto

Baya biplurilocular o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos a 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Toledo, 2003).

Semilla

La semilla del tomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. Las semillas dentro del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Jaramillo 2007).

Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación

es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura, en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos (Comisión Veracruzana, 2010).

Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 60 y un 80%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, cara de gato o malformación del fruto y frutos huecos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse.

Cuando la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta, se reduce la fotosíntesis y se seca el polen, produciéndose igualmente anomalías en la fecundación (Jaramillo, 2006).

Luminosidad

La luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta. El crecimiento es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta mayormente ubicadas en las hojas. El tomate es un cultivo que no lo afecta el fotoperiodo o la duración del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; su desarrollo se ve beneficiado con una radiación entre 400 y 700 nanómetros. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y formación de frutos por falta de luz (Corpeño, 2004).

Suelo

Su desarrollo es mejor en suelos francos con buen contenido de materia orgánica, produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos con materia orgánica baja. El pH del suelo es preferible en el rango de 6.0 a 6.5, soporta hasta 4 mmhos/cm (Lardizabal y Cerrato, 2009).

Producción nacional

La producción de 2009 equivale a 25 kilogramos por cada mexicano, en junio, 50 mil productores del país celebran el Día del Tomate, hortaliza cuyo cultivo, cosecha y comercialización genera 72 mil empleos directos y aproximadamente 10.7 millones de empleos indirectos (SAGARPA, 2009).

La producción nacional para abastecer el consumo se ubicó en dos millones 727 mil 691 toneladas, suficiente para repartir 25 kilos a cada habitante del país. En los últimos años, por ventas al extranjero ingresaron al país más de mil millones de dólares en promedio anual (SAGARPA, 2009).

Uno de cada tres tomates rojos se produce en Sinaloa, esta entidad en conjunto con otras cinco (Baja California, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí y Baja California Sur) aportan 65.7% del volumen de dicha variedad. En cuanto al rendimiento, destacan Querétaro, Jalisco, Estado de México y Baja California, todos por encima del promedio nacional (SAGARPA, 2009).

México se convirtió en el primer exportador de tomates del mundo en el 2011, desplazando al segundo lugar a Holanda, nación que durante los últimos años, se había consolidado en la supremacía (Economista, 2012).

Los tomates son el principal producto agrícola de exportación, en el 2011 las ventas externas mexicanas de esta hortaliza sumaron 2,038 millones de dólares, mientras que las de Holanda llegaron a 1,461 millones (Economista, 2012).

Producción mundial

China es el principal productor de tomate en el mundo, con 31 millones de toneladas (mdt), el 34% mundial, seguido por los EEUU con 11 mdt, el 12%, Turquía con 9.7 mdt es el 11%, Egipto e India con 7.6 mdt son el 8% cada uno, Italia con 7.1 mdt es el 8%, España con 4.6 mdt es el 5%, Irán con 4.2 mdt es el 5%, Brasil con 3.3 mdt es el 4%, México con 2.8 mdt es el 3% y Rusia con 2.2 mdt es el 2%, que comprendió un periodo del año 2001 al año 2005 (SPNTR, 2012).

China es el país que no sólo posee el registro récord de producción, sino que es quien más sostenidamente ha avanzado, erigiéndose como el líder mundial en la producción de tomate. Para México, que ocupa el 10 sitio en la producción del mundo, la producción ha mostrado una tendencia ligeramente errática en el año 2005 (SPNTR, 2012).

En el año 2005 los principales países exportadores de tomate, son: Italia con 4.2 mdt, China con 2.5 mdt, España con 1.6 mdt, México con 875 mil toneladas ocupa el cuarto lugar (SPNTR, 2012).

En el 2005 Los principales importadores de tomate en el mundo, son: Alemania con 1.6 mdt, Rusia con 1.3 mdt, Reino Unido con 1.1 mdt, Italia y Francia con 1 mdt respectivamente, EE.UU. con 956 mil ton., justamente este es el mercado natural que México abastece, en buen porcentaje (SPNTR, 2012).

Estrés en las plantas

El concepto de estrés proviene de la física, es la fuerza que actúa sobre un cuerpo. El cuerpo responde con una reacción, proporcional a la fuerza con la que se ha actuado sobre él. La reacción de respuesta es una tensión. En biología, el estrés sería un factor externo que afecta negativamente a un organismo. Por lo tanto, la definición biofísica de estrés, involucra una fuerza

ejercida sobre un objeto, en relación con el área sobre la cual se aplica (es decir, posee un significado equivalente al de presión). Teniendo en cuenta estos conceptos, el término estrés en el marco de la fisiología vegetal, refleja la magnitud de presión ambiental, que obliga el cambio en la fisiología de una planta (Montoliu, 2010).

El enfoque moderno de la producción agrícola, incluye la aplicación de los mecanismos de señalización del estrés, como una estrategia para aumentar la tolerancia de las plantas, frente a diversos factores ambientales. El estrés ambiental, es una fuerte restricción para el aumento de la productividad y de la extensión de los cultivos. Se estima que únicamente un 10% de la superficie de tierra arable, se encuentra libre de estrés. Cerca del 20% de la tierra, presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral, 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por congelación, incluso bajo condiciones de producción protegida, como invernaderos y túneles se presentan eventos de estrés biótico o abiótico, que disminuyen la productividad y calidad de los cultivos (Benavides, 2002).

La inducción de la tolerancia al estrés en las plantas de tomate, ha sido una de las principales causas de investigación durante muchas décadas. La derrota de industrias agrícolas y hortícolas, como resultado de exposición de las plantas a condiciones ambientales adversas, se estima en miles de millones de dólares anuales. Por lo tanto, el desarrollo de métodos para inducir la tolerancia al estrés en las plantas, es vital y aún recibe considerable atención (Senaratna *et al.*, 2003).

Estrés biótico

El estrés biótico es causado por la acción de otros seres vivos: animales u plantas (por competencia, alelopatía, etc.), microorganismos como bacterias, hongos, y otros agentes fitopatógenos como los virus y viroides (Montoliu, 2010).

Estrés abiótico

El estrés abiótico es la principal causa de daños a cultivos (Velarde, 2009). Siendo éste, cualquier factor Físico-Químico que reduce la tasa de algún proceso fisiológico, por debajo de la tasa máxima, que podría alcanzar, siendo la salinidad uno de los principales (Montoliu, 2010).

Estrés salino

El problema de la salinidad en los suelos agrícolas, se conoce desde tiempos remotos, en la actualidad incluye más de 100 países, en gran parte es por el uso de aguas de riego con alto contenido salino (Palma, 2009). El principal origen de la salinidad en el suelo, está relacionado con la acumulación de sales durante largos periodos, en zonas áridas y semiáridas. Una forma natural es la erosión de la roca que libera sales, principalmente cloruros de sodio, calcio, magnesio, sulfatos y carbonatos. También puede ser provocada por excesiva fertilización, cuando las sales introducidas por el agua de riego se acumulan en las raíces, especialmente cuando la lixiviación es escasa (Palma, 2009). Las cantidades excesivas de sal en el suelo, afectan de manera adversa el crecimiento de las plantas. El problema central enfrentado por las plantas sometidas a alta concentración de sal, es la retención osmótica de agua y efectos iónicos de toxicidad específicos sobre las proteínas del citoplasma y las membranas (Benavides *et al.*, 2002).

Estrés por patógenos

Al igual que ocurre con el estrés inducido por factores abióticos, las interacciones de las plantas con microorganismos patógenos, dan lugar a cascadas de señalización, que bajo las condiciones de estrés inducen a la planta a que inicie reacciones de defensa en contra de patógenos (Benavidez *et al.*, 2002).

El fenómeno natural de desarrollo de resistencia en respuesta a la infección de un patógeno, fue primeramente reconocido por Ray y Beauverie en 1901. En cuanto las plantas reconocen que están siendo invadidas por un patógeno, se inducen una variedad de respuestas de defensa (Sistema de Resistencia Adquirida), dentro de las cuales se incluyen: a) acumulación de fitoalexinas, y otros metabolitos secundarios asociados a la pared celular, b) acumulación de compuestos que modifican y refuerzan la pared de la célula hospedante, y c) acumulación de inhibidores de proteínas y enzimas hidrolíticas, que degradan las paredes celulares de los patógenos (García y Pérez, 2003), dentro de las cuales están las proteínas (PR) relacionadas con la patogenicidad (Rangel *et al.*, 2010). Las fitoalexinas, las cuales son compuestos antimicrobiales de bajo peso molecular, que están asociadas con mecanismos de defensa de la planta, cuando estas se acumulan en respuesta a factores de estrés bióticos o abióticos (Bustamante, 2001).

Inductores de tolerancia

La planta ha desarrollado mecanismos que le permiten defenderse de ataques por patógenos. En la infección de la planta por microorganismos patógenos, se produce una respuesta de hipersensibilidad (HR) a nivel local, caracterizada por la muerte celular en los lugares de infección, y una resistencia sistémica adquirida. La resistencia sistémica adquirida es un mecanismo inducido en la planta por un patógeno, provocando la activación de genes R, que codifican para una familia de proteínas relacionadas con la patogénesis (Rangel *et al.*, 2010).

Funciones de los ácidos orgánicos aplicados de manera exógena

Al aplicar de manera exógena ácidos carboxílicos, tales como ácido salicílico, ácido benzoico, fosfitos etc., a las plantas, estas estimulan la producción de defensas, que ayudan a reducir la incidencia y severidad de enfermedades en los cultivos. El ácido salicílico, es uno de los compuestos claves para la estimulación de las defensas en las plantas, por su capacidad

sistémica de moverse y estimular a la planta a protegerse. Algunos de los compuestos, que forman las plantas para sus defensas al estimularse con ácido salicílico y fosfitos son: chitinasas, beta-1,3-glucanasas, PR-1, PR-5, ácido jasmónico, letucinina, rishitina etc., (EDA, 2008).

Los compuestos conocidos normalmente como “*fosfitos*” son derivados del ácido fosforoso, que se combinan con distintos elementos como Calcio, Cobre, Manganeso, Magnesio, Potasio y Zinc, promueven el crecimiento y estimulan en la planta la activación de mecanismos de defensa; como el SAR, contra las enfermedades patogénicas. Los fosfitos son específicos en su rango de acción ya que solo actúan sobre hongos de la familia de los Oomycetos, en la que tienen un efecto preventivo y curativo. El fosfito es un estimulador en la formación de las fitoalexinas, estas, son compuestos flavonoides con diferentes funciones antimicrobianas. El fosfito, al entrar en el tejido de la planta, es reconocido como un metabolito, del hongo invasor, activándose la formación de fitoalexinas para su control (Rivera, 2012).

El ión fosfito provoca cambios en la pared celular, dando como resultado que fracciones de ésta actúen a modo de elicitores externos, desencadenando todo el proceso de activación de defensas de la planta, ya que ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ión compite con el fósforo, en diversas rutas metabólicas, catalizadas por diversas enzimas fosforilativas. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse, debido a que interfieren en el metabolismo del hongo (Moreno, 2011).

Ácido salicílico

El ácido salicílico (AS) es muy conocido gracias al extenso uso clínico de las aspirinas o ácido acetilsalicílico. El nombre de ácido salicílico proviene de *Salix*, el árbol cuyas hojas y corteza, tradicionalmente se utilizan como cura para el dolor de cabeza y fiebre, Johann Buchner en 1828 aisló la salicina.

En 1874 se inicio la producción comercial de AS en Alemania, mientras que el nombre comercial de aspirina, aplicado al ácido acetilsalicílico fue introducido en 1898 por la compañía Bayer (Mundo 2004).

El ácido salicílico, pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como fenólicos y que deriva de la conversión del ácido cinámico. Se le encuentra en todas las plantas, en mayores concentraciones en las termogénicas y en aquellas infectadas con patógenos (Mundo, 2004).

En las plantas los compuestos fenólicos, relacionados con el llamado metabolismo secundario, están involucrados en gran cantidad de actividades de regulación en las plantas. En particular, diferentes estudios muestran la importancia del ácido salicílico, en los procesos fisiológicos y de adaptación de las plantas (Pineda, 2004).

El ácido salicílico, es una molécula crucial en los mecanismos de señalización de la planta, así como sus derivados o precursores como el ácido benzoico (AB), en la respuesta de defensa al ataque de patógenos, su acumulación en tejidos alejados a la infección, es fundamental para inducir la respuesta SAR (Palma, 2009).

El ácido salicílico se encuentra en todos los órganos de las plantas y juega papeles importantes en cuanto a crecimiento y procesos relacionados a la fotosíntesis, al mejorar la actividad de los cloroplastos, absorción y transporte de nutrientes, incrementar la actividad de enzimas antioxidantes, provocar cambios en la anatomía de las plantas e incrementar el rendimiento (Noreen *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2010; Purcarea and Cachita, 2010).

Ácido benzoico

El ácido benzoico es precursor del ácido salicílico. Este ácido (ácido bencenocarboxílico), C_6H_5COOH , se obtuvo del benjuí, por exudación resinosa provocada por incisiones en la corteza del árbol *Styroxbenzoin*, de

la familia de las *Lauráceas*. En 1834 se determinó el peso molecular 122.05 y su estructura (Burgos, 2005).

Los ácidos benzoicos se consideran reguladores de crecimiento o herbicidas, que interrumpen a las hormonas. La acción primaria parece implicar plasticidad de la pared de la célula y metabolismo del ácido nucleico (Rivera, 2004).

El ácido benzoico, es un compuesto que se encuentra de manera natural en las plantas y se clasifica como ácido carboxílico (o específicamente ácido monocarboxílico). Algunas plantas acumulan ácido benzoico en el suelo, en donde funciona como un aleloquímico, es decir, como un compuesto emitido al medio por las plantas y que interfiere con el crecimiento de organismos competidores (Benavides *et al.*, 2007). El ácido benzoico, modifica los mecanismos de adaptación de las plantas al estrés abiótico (García, 2002).

Defense AX

Los fitofortificantes, son productos que permiten a la planta desarrollar defensas ante distintas enfermedades, así como fortalecer el estado general de la misma, lo que la hace más resistente ante enfermedades o situaciones de estrés. La aplicación de fosfitos para el control de enfermedades ya se postuló en los años 70, cuando se demostró que podía controlar hongos de suelo, particularmente del género *Phytophthora* (Gonzaga *et al.*, 2007).

Productos inductores de resistencia como los fosfitos de potasio, han sido usados para el control de diversas enfermedades en vegetales. Defense AX es un nutriente de la empresa Cosmocel, para aplicación foliar o radicular cuyo objetivo es aportar eficientemente fósforo y potasio. Composición: fósforo 27%; potasio 21%; extractos orgánicos 3%. Solución PK indicada como inductor de resistencia sistémica adquirida. Su aplicación aporta fósforo, potasio y activa los sistemas de defensa natural del cultivo. La aplicación puede efectuarse en apoyo al establecimiento del cultivo,

floración, amarre del fruto, acelera y uniformiza el establecimiento del cultivo después del trasplante; reduce la pérdida de plántula, aumenta el amarre del fruto; refuerza fructificación; fortalece los mecanismos de defensa de la planta, particularmente contra tizones, pudriciones radiculares, cenicillas vellosas y royas blancas, ocasionadas por *Oomycetos* (Agroquímicos-orgánicos, 2012).

La protección que confiere la aplicación de fosfitos, suele atribuirse a su capacidad de provocar síntesis de fitoalexinas. Estas moléculas, constituyen uno de los mecanismos de resistencia a enfermedades de que disponen las plantas, y en términos generales, se trata de varios grupos de compuestos de bajo peso molecular, cuya presencia es relativamente baja en tejidos sanos, y cuya síntesis es inducible por estreses bióticos y abióticos (Gonzaga *et al.*, 2007).

Barrier

Barrier es un nutriente de la empresa Cosmocel, para aplicación foliar o radicular, cuyo objetivo es aportar eficientemente Calcio y Silicio. Composición: Calcio 10% + Silicio 24%. Solución de calcio y silicio indicada como fortificante de los tejidos de la planta, para aplicación foliar y/o radicular, cuya finalidad, es aumentar la tolerancia del cultivo al ataque de patógenos, mejorar la vida de anaquel del fruto, e incrementar la resistencia de la planta y fruta a daños físicos, ocasionados por rozamiento, manipulación, etc., además ayuda en la fructificación temprana (Terrali, 2012).

El silicio ha demostrado tener efectos benéficos en muchas plantas, especialmente en aquellas que se encuentran sometidas a diferentes tipos de estrés, tanto biótico como abiótico. El contenido de silicio en plantas cultivadas en suelo, oscila entre 0.1% y 10% del peso de la biomasa seca (Alcantar y Trejo, 2009).

En plantas de arroz y sorgo tratadas con altas concentraciones de Magnesio, el silicio incrementó el crecimiento en comparación con plantas no tratadas; adicionalmente, se inhibió la aparición de manchas cafés en las hojas, que son típicas de toxicidad por magnesio (Alcantar y Trejo, 2009).

Sari y Etebariam, (2006) indican que al tratar plántulas de trigo inoculadas con *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* con ácido salicílico a concentraciones de 0.1 y 0.2 mmol se reduce la severidad de la enfermedad, además incrementa la longitud tanto de raíz como en tallo y aumenta la biomasa aérea. Indican que la aplicación de ácido salicílico en concentraciones de 0.5 y 1 mmol inhibió el crecimiento de las plántulas de trigo. En plantas no inoculadas con el patógeno también se obtuvieron resultados positivos en cuanto a las mismas variables.

Benavides *et al.*, (2004) afirman que la aplicación de ácido salicílico en concentración 10^{-3} M afecta negativamente el crecimiento de las plántulas de chile e indujo modificaciones en la estructura de la planta, con menor altura.

Telenchana, (2011) menciona que la aplicación exógena de fosfito de potasio en concentraciones de 8, 12 y 16 $\text{cm}^2 \cdot \text{L}$, en cebolla para la incidencia y severidad de las enfermedades foliares: *Peronospora destructor*, *Botrytis squamosa* y *Alternaria porri*, no tuvo respuesta positiva en cuanto a la variable agronómica altura, esto cuando fue evaluado a los 70 y 90 días después del trasplante, con una frecuencia de aplicación de 10, 20 y 30 días a los tratamientos.

Villanueva *et al.*, (2009) afirman que al aplicar de manera exógena ácido salicílico en concentraciones 10^{-8} M y 10^{-10} M a plantas de crisantemo, muestran una respuesta positiva al incrementar la altura, el diámetro de tallo, pero el peso de materia fresca, materia seca de raíz, volumen de raíz y área foliar, fueron afectadas negativamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en los meses de Junio a Septiembre del 2011, en el invernadero del Departamento de Forestal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Saltillo, Coahuila, México. Cuyas coordenadas geográficas responden a 25° 23" Latitud Norte, 101° 02" Longitud Oeste, con una Altitud de 1723 msnm (Toledo, 2003)

Material vegetal

Se utilizó semilla de tomate variedad "Rio grande" de crecimiento determinado. Es una variedad semi-precoz, productiva, adecuada para estación cálida y verano. Es una variedad de ciclo medio tardío, planta vigorosa muy productiva con frutos cuadrados ligeramente alargados.

Siembra

La siembra se realizó el día 26 de junio del 2011, directamente en macetas de medio litro de capacidad con peat moss (60%) y perlita (40%) como sustrato.

Tratamientos

Se utilizaron tres ambientes de crecimiento: uno sin estrés (condiciones normales), otro bajo estrés abiótico (150 mmolar de NaCl aplicados al sustrato) y por ultimo bajo estrés biótico inoculando el patógeno *Fusarium oxysporum* al sustrato.

En cada uno de los tres ambientes, se aplicaron vía foliar, las combinaciones de mezclar Barrier y el Defense AX con ácido salicílico (en concentración 10^{-4} molar) y ácido benzoico (en concentración 10^{-4} molar), más los testigos

de cada producto individual y un testigo absoluto. Esto da un total de 10 tratamientos que fueron sometidos a prueba en los tres ambientes descritos (30 tratamientos en total).

La aplicación de los tratamientos se realizó después de la aparición de las primeras hojas verdaderas, cada 8 días, realizando un total de 8 aplicaciones a una concentración de 2L de la combinación por cada 200L de agua.

Descripción de tratamientos utilizados en el experimento

TRAT	DESCRIPCIÓN	SIGLAS
1	BARRIER	B
2	DEFENSE AX	DAX
3	DEFENSE AX +ÁCIDO BENZOICO	DAX+AB
4	BARRIER + ÁCIDO SALICÍLICO	B+AS
5	BARRIER + ÁCIDO BENZOICO	B+AB
6	DEFENSE AX + ÁCIDO SALICÍLICO	DAX+AS
7	ÁCIDO SALICÍLICO	AS
8	ÁCIDO BENZOICO	AB
9	DEFENSE AX + BARRIER	DAX+B
10	TESTIGO	TST

Inoculación de *Fusarium Oxysporum*

La inoculación se realizó el día 30 de junio del 2011, se inocularon 5×10^{-5} esporas/mL en el sustrato al momento de la emergencia (se agregaron 5 mL de suspensión de *Fusarium*).

La suspensión de esporas de *Fusarium oxysporum* se obtuvo al reproducir las esporas de dicho hongo, en el laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Aplicación de cloruro de sodio

Para simular el ambiente bajo estrés abiótico (estrés salino) se aplicó cloruro de sodio (NaCl), se aplicó directamente al sustrato en solución, a partir de la primera hoja verdadera, a una concentración de 150 mmolar, agregando 100 mL cada tercer día durante el primer mes y 200 mL por planta en el segundo mes cada tercer día.

Manejo del cultivo

La planta siendo de crecimiento determinado, se manejó a un sólo tallo, eliminando los chupones laterales sin dejar que se desarrollaran, para un mayor sostén y tutorado de la planta, se le colocó rafia a cada planta, durante todo el experimento solo se realizó 1 aplicación de Carbofuran para el control de mosquita blanca. A la edad de 1 mes; después de realizar la primera evaluación, se hizo un trasplante a bolsas de polietileno de mayor capacidad por el desarrollo presentado por las plantas.

El riego de mantenimiento se realizó a intervalos de 4 días, con la solución nutritiva de Steiner, adecuándola tanto en cantidad de agua y concentración a cada etapa fenológica del cultivo.

Diseño experimental

El presente trabajo se estableció bajo un diseño completamente al azar, con 30 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento, dándonos un total de 300 unidades experimentales. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), utilizando la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad.

Variables evaluadas

Altura de la planta

Se realizaron 2 evaluaciones, la primera se realizó el día 3 de Agosto del 2011, cuando las plantas acumularon 4 aspersiones de los tratamientos correspondientes en cada ambiente (etapa de plántula), se muestrearon 5 plantas de cada tratamiento, así como de cada ambiente respectivamente. Se realizó separando la parte aérea de la raíz, se midió la longitud de la parte aérea con una cinta métrica, los resultados se expresaron en $\text{cm} \cdot \text{planta}^{-1}$. La segunda evaluación se realizó cuando las plantas acumularon 8 aplicaciones de los tratamientos correspondientes (etapa vegetativa) y siguiendo la misma mecánica utilizada en la primera evaluación.

Diámetro de tallo

Se realizaron 2 evaluaciones, la primera se realizó el día 3 de Agosto del 2011 cuando las plantas acumularon 4 aspersiones de los tratamientos correspondientes en cada ambiente (etapa de plántula), se muestrearon 5 plantas de cada tratamiento así como de cada ambiente respectivamente. Se realizó separando la parte aérea de la raíz, realizando un corte con una navaja en la base del tallo, posteriormente se midió la base del tallo con un vernier electrónico, los resultados se expresaron en mm^{-1} de tallo. La segunda evaluación se realizó cuando las plantas acumularon 8 aplicaciones de los tratamientos correspondientes (etapa vegetativa) y siguiendo la misma mecánica utilizada en la primera evaluación.

Peso fresco foliar

Se hicieron 2 evaluaciones, la primera se realizó el día 3 de Agosto del 2011 cuando las plantas acumularon 4 aspersiones de los tratamientos correspondientes en cada ambiente (etapa de plántula), se muestrearon 5

plantas de cada tratamiento así como de cada ambiente. Se efectuó separando la parte aérea de la raíz, haciendo un corte longitudinal en la base del tallo con una navaja, posteriormente la planta se pesó en una balanza analítica y los resultados se expresaron en g^{-1} *planta. La segunda evaluación, fue hecha cuando las plantas acumularon 8 aplicaciones de los tratamientos correspondientes (etapa vegetativa) y siguiendo la misma mecánica utilizada en la primer evaluación.

Peso fresco de raíz

Después de haber separado la parte aérea de la raíz, se procedió a lavarla con agua corriente para eliminar el sustrato adherido a ella, se eliminó el agua de las raíces, después se pesaron en una balanza analítica y los resultados se expresaron en g^{-1} de raíz (etapa de plántula). La segunda evaluación, fue hecha cuando las plantas acumularon 8 aplicaciones de los tratamientos correspondientes (etapa vegetativa) y siguiendo la misma mecánica utilizada en la primera evaluación.

Longitud de raíz

Se midieron las raíces con una cinta métrica, después de eliminar el agua de éstas, los resultados se expresaron en cm^{-1} de raíz (etapa de plántula). La segunda evaluación se efectuó cuando las plantas acumularon 8 aplicaciones de los tratamientos correspondientes (etapa vegetativa) y siguiendo la misma mecánica utilizada en la primer evaluación.

Peso seco foliar

Después de hacer la primera y segunda evaluación del peso fresco foliar, las plantas se colocaron en una estufa para su deshidratación, a una temperatura de 70°C durante 5 días, después, se procedió a pesar la planta deshidratada, los resultados se expresaron en g^{-1} *planta.

Peso seco de raíz

Posterior a la primera y segunda evaluación del peso fresco de raíz, las plantas se colocaron en una estufa para su deshidratación, a una temperatura de 70°C durante 5 días, después se procedió a pesar la planta deshidratada, los resultados se expresaron en g^{-1} *planta.

Número de frutos

En la segunda evaluación se contabilizó el número de frutos, ya que fue en la etapa en que las plantas iniciaron el período de fructificación, los resultados se expresaron en número de frutos g^{-1} *planta.

Peso fresco de frutos

La variable fue evaluada después de haber contado el número de frutos, estos se pesaron en una balanza analítica, los resultados fueron expresados en g^{-1} *planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 1**) en la etapa de plántula nos muestran que en el ambiente normal, (Sin estrés) no presentaron diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento de la combinación Barrier + ácido salicílico, presentó un incremento del 10.4 % en comparación al testigo. En el ambiente bajo estrés abiótico, (estrés salino) si hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor con el producto Barrier, al presentar mayor altura de plantas ante los demás tratamientos, esto debido a que al usar fosfitos causan una estimulación del SAR inicialmente y posteriormente la planta los utiliza como nutriente para su crecimiento (EDA, 2008). En el ambiente biótico (Inoculación con *Fusarium oxysporum*) se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor el tratamiento de la combinación Barrier + ácido salicílico, al presentar mayor altura de plantas, esto debido a lo mencionado por Salisbury y Ross, (1994), al encontrar que la aplicación de ácido salicílico fomenta la producción de ácido indolacético y de ácido naftalenacético, que son reportados como los principales reguladores de crecimiento en las plantas.

Los resultados obtenidos (**Figura 1**) coinciden con los obtenidos por Sari y Etebariam, (2006) quienes encontraron que la aplicación de ácido salicílico, incrementa la altura de las plántulas de trigo bajo estrés biótico, esto debido a la producción de proteínas codificadoras de genes de señalización (conocidas como proteínas PR), que incrementan la concentración de ácido salicílico en la planta y esto a su vez, la producción de fitoalexinas que inhiben el crecimiento del patógeno, interfiriendo en su metabolismo, e induciendo una respuesta de desarrollo en la planta Rangel *et al.*, (2010). También coinciden con los encontrados por Villanueva *et al.*, (2009) donde encontraron que la aplicación de ácido salicílico en concentración de 10^{-8} y 10^{-6} M asperjado al follaje, tuvieron efecto positivo al incrementar la altura de plantas de crisantemo.

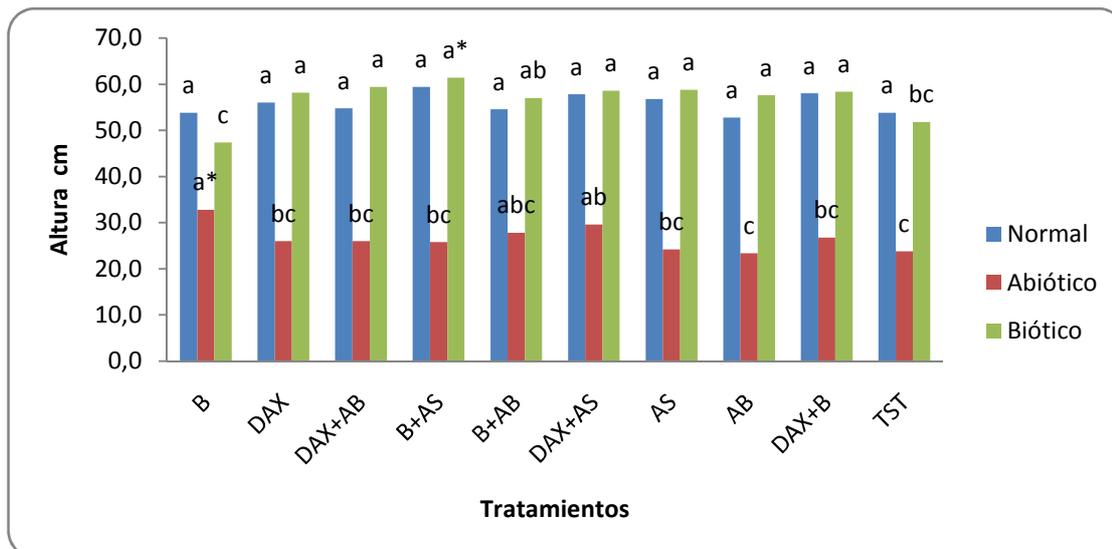


Figura 1.- Altura de plantas presentada de los tres ambientes en la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Altura de planta etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 2**) en la etapa vegetativa, no mostraron diferencia estadística en el ambiente normal, sin embargo, el tratamiento de la combinación de Defense AX + ácido benzoico presentó un incremento del 28.74% en comparación al testigo bajo condiciones normales. Tampoco se mostró diferencia estadística en el ambiente bajo estrés abiótico, pero el tratamiento con el producto Barrier presentó un incremento del 4.5% en comparación al testigo. La combinación de Barrier + ácido salicílico presentó un incremento del 12.4% en comparación al testigo en el ambiente bajo estrés biótico, esto al no haber diferencia estadística entre los tratamientos. Los resultados obtenidos (**Figura 2**) difieren a los encontrados por Sari y Etebariam, (2006) al encontrar que la aplicación de ácido salicílico, incrementa la altura de las plántulas de trigo bajo estrés biótico. Y coinciden con los encontrados por Telenchana, (2011) que dice que la aplicación de fosfitos de potasio en cebolla, no tienen ningún efecto positivo en la variable altura de planta, cuando éstas se encuentran bajo estrés abiótico.

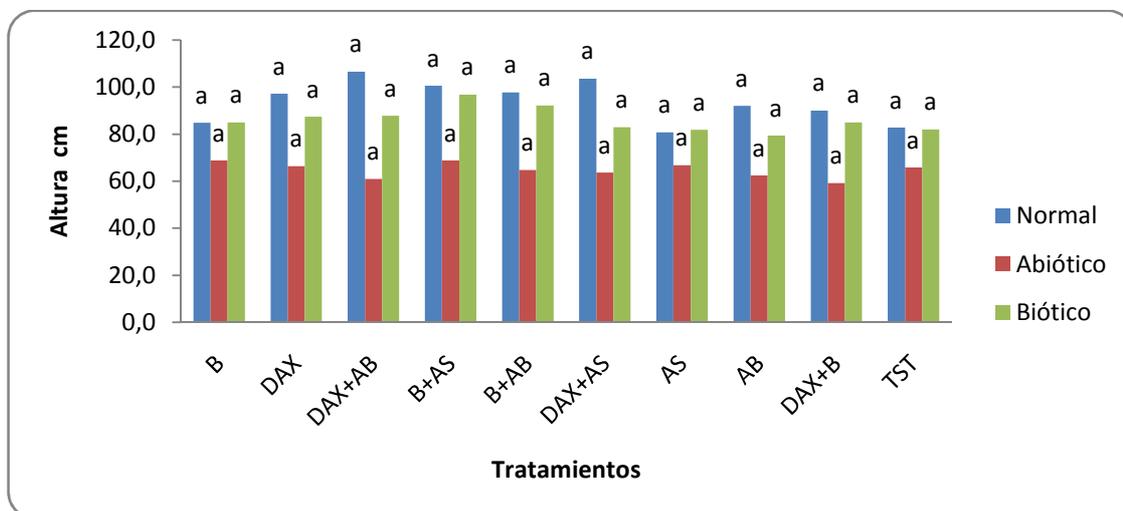


Figura 2.- Altura de plantas presentada en los tres ambientes en la etapa vegetativa.

*Medias con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Diámetro de tallo etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 3**) en la etapa de plántula nos muestran que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en el ambiente normal (sin estrés). En el ambiente bajo estrés abiótico (estrés salino) si hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor el tratamiento de la combinación de Barrier + ácido benzoico, al incrementar el diámetro de tallo en un 21.4%. En el ambiente biótico (Inoculación con *Fusarium oxysporum*) también se mostró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación Defense AX + Barrier al presentarse un mayor diámetro de tallo.

Los resultados obtenidos (**Figura 3**) coinciden con los obtenidos por Palafox, (2001) que dice que al aplicar ácido benzoico ejerce un efecto positivo en plantas de melón, el cual se refleja en un mayor diámetro de tallo. También coinciden con los reportados por Cervera, (2007) quien encontró que al aplicar fosfitos en plantas de aguacate, tienen un efecto positivo reflejándose este efecto, al incrementar el número de hojas, cuando las plantas se encuentran bajo un estrés.

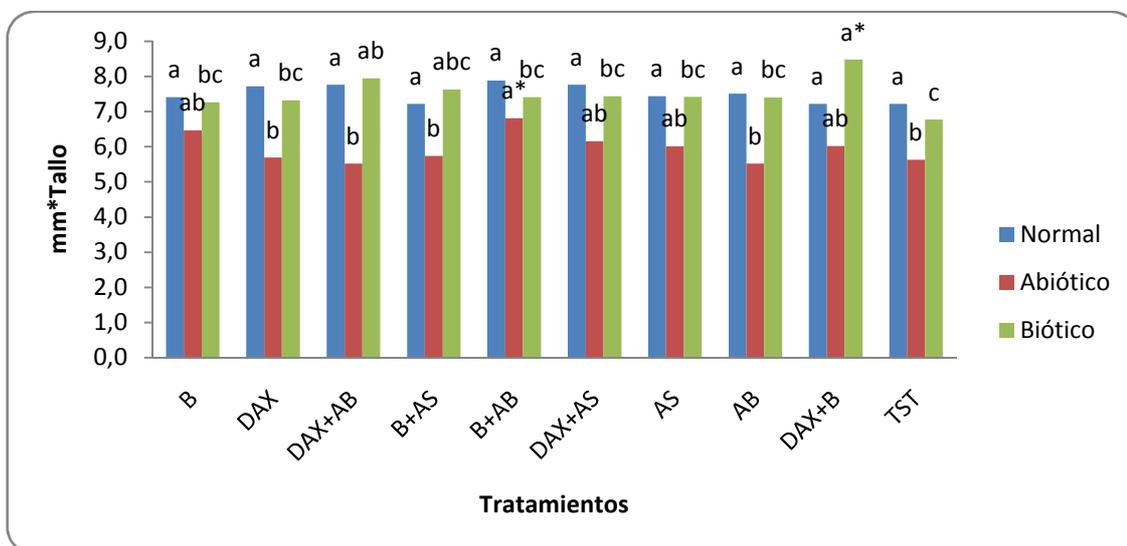


Figura 3.- Diámetro de tallo presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Diámetro de tallo etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 4**) muestran que no hay diferencia estadística entre los tratamientos en el ambiente normal (sin estrés). En el ambiente bajo estrés abiótico (estrés salino), tampoco se mostró diferencia estadística entre tratamientos. En el ambiente biótico (Inoculación con *Fusarium oxysporum*) se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo mejor el tratamiento de la combinación Barrier + ácido benzoico, al incrementar en un 14% el diámetro de tallo.

Los resultados obtenidos (**Figura 4**) coinciden con los reportados por Villanueva *et al.*, (2009) quienes dicen que al asperjar ácido salicílico en concentración de 10^{-8} M en plantas de crisantemo se obtuvo un efecto positivo, al incrementar el diámetro de tallo. También coinciden con los obtenidos por Palafox, (2001) quien dice que al aplicar ácido benzoico ejerce un efecto positivo en plantas de melón el cual se refleja en un mayor diámetro de tallo.

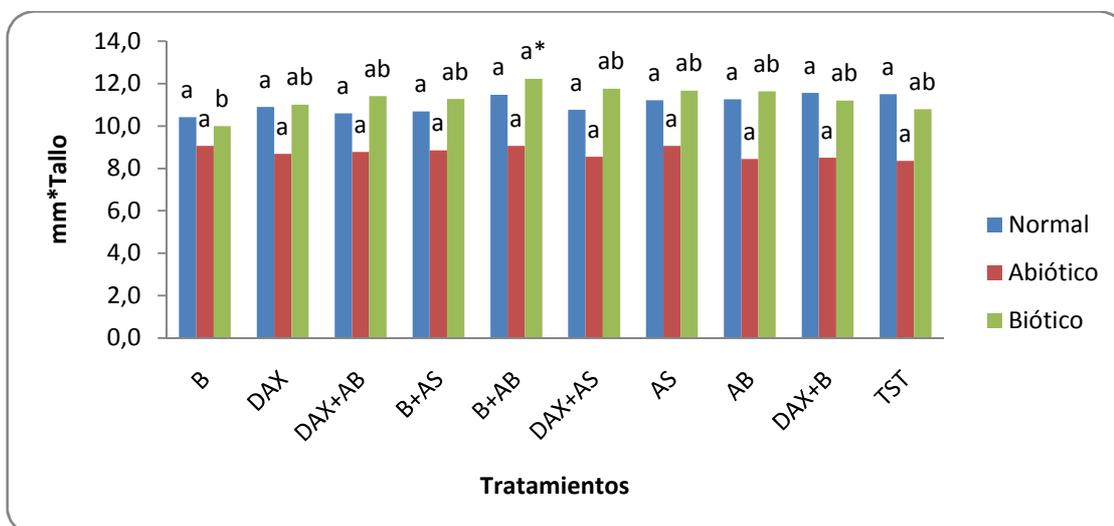


Figura 4.- Diámetro de tallo presentado en los tres ambientes durante la etapa de vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Peso fresco foliar etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 5**) muestran que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en el ambiente normal (sin estrés). En el ambiente bajo estrés abiótico (estrés salino) si hubo diferencia estadística entre tratamientos siendo mejor el tratamiento con el producto Barrier, al presentar 77.35% mayor peso fresco foliar. En el ambiente biótico (Inoculación con *Fusarium oxysporum*) también se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo mejor el tratamiento con el producto Defense AX al presentar 29.27% mayor peso fresco foliar.

Los resultados obtenidos (**Figura 5**) coinciden con los encontrados por Tambascio *et al.*, (2008) quienes indican que la aplicación de fosfitos de potasio a semillas de papa, incrementan el índice de área foliar. También coinciden con los reportados por Cervera *et al.*, (2007) quienes dicen que al aplicar fosfitos en plantas de aguacate tienen un efecto positivo reflejándose este efecto al incrementar el número de hojas, cuando éstas se encuentran bajo estrés biótico.

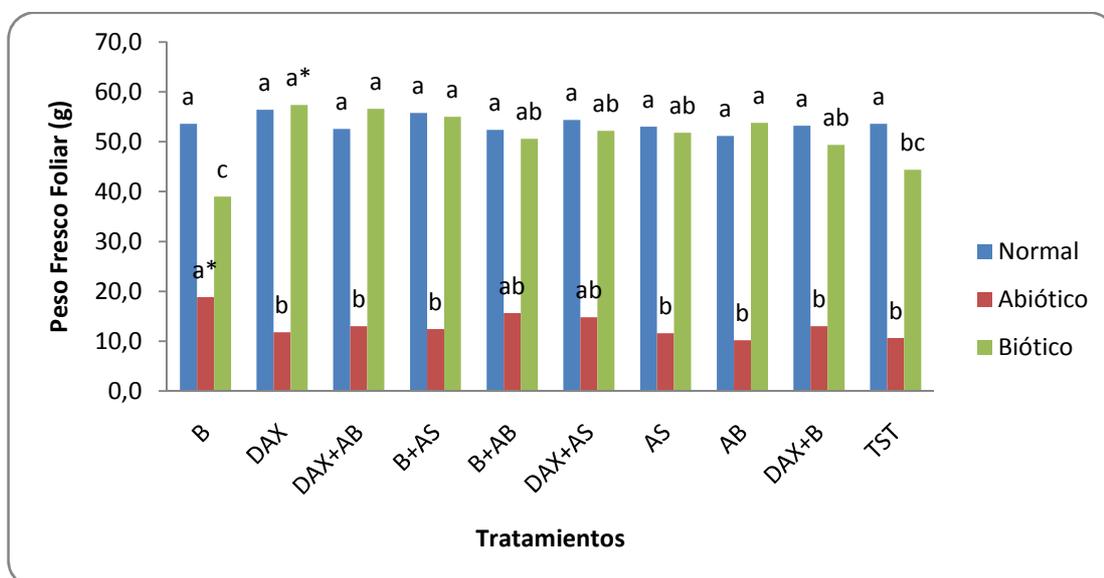


Figura 5.- Peso fresco foliar presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Peso fresco foliar etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 6**) muestran que hay diferencia estadística entre los tratamientos en el ambiente normal, (sin estrés) al incrementar el peso fresco foliar en un 22.1%, siendo el mejor tratamiento la combinación del producto Defense AX + ácido salicílico. En el ambiente bajo estrés abiótico (estrés salino) no hubo diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento con el producto Barrier incrementó en un 22.2% el peso fresco. En el ambiente biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*) se encontró diferencia estadística entre tratamientos, al incrementar en un 19.2% el peso fresco foliar, siendo el mejor tratamiento la combinación del producto Barrier + ácido benzoico.

Los resultados obtenidos (**figura 6**) coinciden con los encontrados por Gutiérrez *et al.*, (1998) quienes afirman que la aplicación exógena en concentraciones de 10^{-2} a 10^{-8} mol de ácido salicílico da como resultado, el incremento de la biomasa en el cultivo de soya. También coinciden con los reportados por Benavides *et al.*, (2006) quienes dicen que al aplicar ácido benzoico en plantas de repollo, hubo un efecto positivo reflejándose en un incremento en el peso fresco foliar.

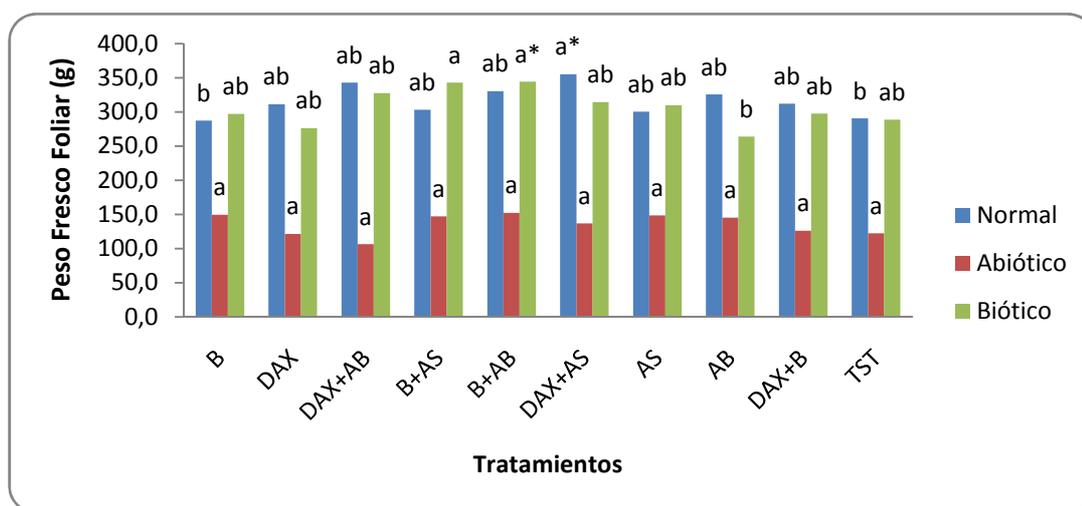


Figura 6.- Peso fresco foliar presentado en los tres ambientes durante la etapa de vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Peso fresco raíz etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 7**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) hubo diferencia estadística entre tratamientos siendo el mejor tratamiento la combinación de los productos Defense AX + Barrier, al incrementar en un 30% más el peso fresco de raíz. También se encontró diferencia estadística entre los tratamientos en el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), siendo el mejor tratamiento el producto Barrier, al incrementar el peso hasta en un 100%. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*) hubo diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación del producto Barrier + ácido salicílico, al presentar un incremento de 33.3% en el peso fresco de raíz.

Los resultados obtenidos (**Figura 7**) difieren con los encontrados por Benavides *et al.*, (2007) quienes encontraron que al aplicar ácido benzoico en plantas de tomate, no mostraron efectos positivos en cuanto a la biomasa fresca de raíz. Pero coinciden con los reportados por Ramírez *et al.*, (2006) quienes reportan que la aplicación de ácido benzoico en plantas de repollo ejerce efecto positivo al incrementar el peso fresco de raíz.

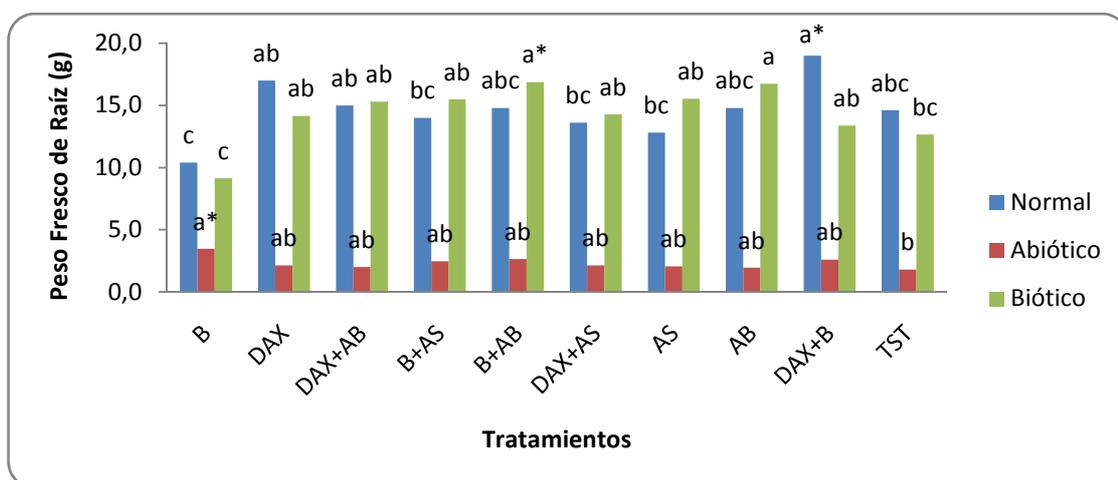


Figura 7.- Peso fresco de raíz presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Peso fresco raíz etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 8**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento el producto Barrier, al incrementar en un 57.1% el peso fresco de raíz. Caso diferente para el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), en el cual no hay diferencia estadística entre tratamientos. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*) hubo diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación del producto Barrier + ácido benzoico, al presentar un incremento del 52.3% el peso fresco de raíz.

Los resultados obtenidos (**Figura 8**) coinciden con los obtenidos por Cervera *et al.*, (2007) quienes dicen que al aplicar fosfitos de potasio y calcio en plantas de aguacate inoculadas con *Phytophthora cinnamoni*, hay un efecto positivo al incrementar la densidad radical en comparación al testigo. Pero difieren con los encontrados por Benavides *et al.*, (2007) quienes encontraron que al aplicar ácido benzoico en plantas de tomate, no mostraron efectos positivos en cuanto a la biomasa fresca de raíz.

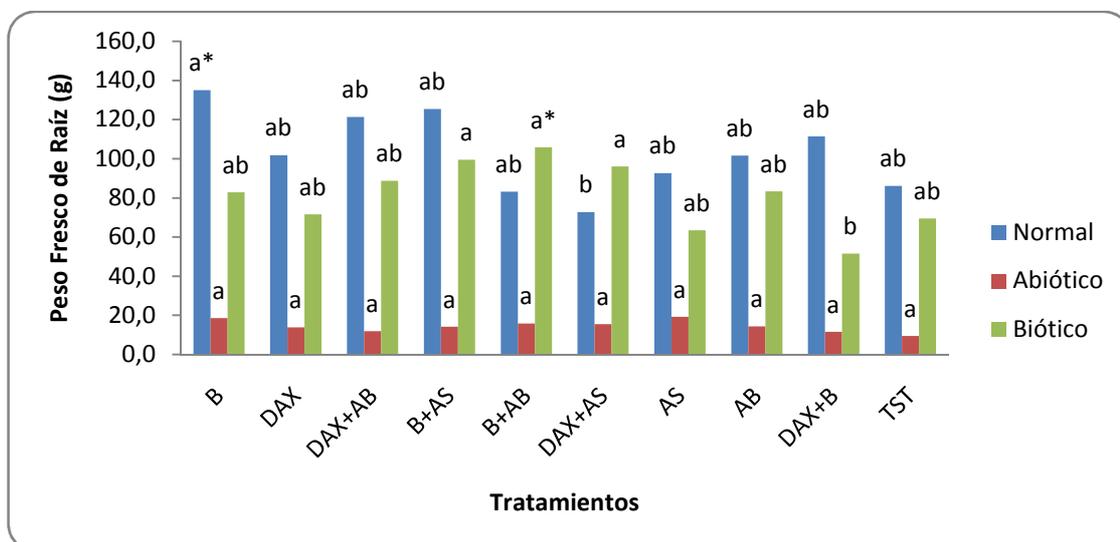


Figura 8.- Peso fresco de raíz presentado en los tres ambientes durante la etapa vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Longitud de raíz etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 9**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento el producto Barrier, al incrementar un 22% la longitud de raíz. Al igual que para el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), en el cual también hay diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento el producto Barrier, al incrementar la longitud en un 24% en comparación al testigo. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*) también se muestra diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación de los productos Defense AX + Barrier, al presentar un incremento del 26.8% en la longitud de raíz.

Los resultados obtenidos (**Figura 9**) coinciden por los encontrados por Rodríguez *et al.*, (2008) quienes dicen que al aplicar ácido salicílico en plantas de tomate, se incrementó la longitud de raíz en un 16% comparado con el testigo. También coinciden con los reportados por Sari y Etebariam, (2006) ya que indican que al tratar plántulas de trigo inoculadas con *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* con ácido salicílico a concentraciones de 0.1 y 0.2 mmol ejerce efecto positivo al incrementar la longitud de raíz.

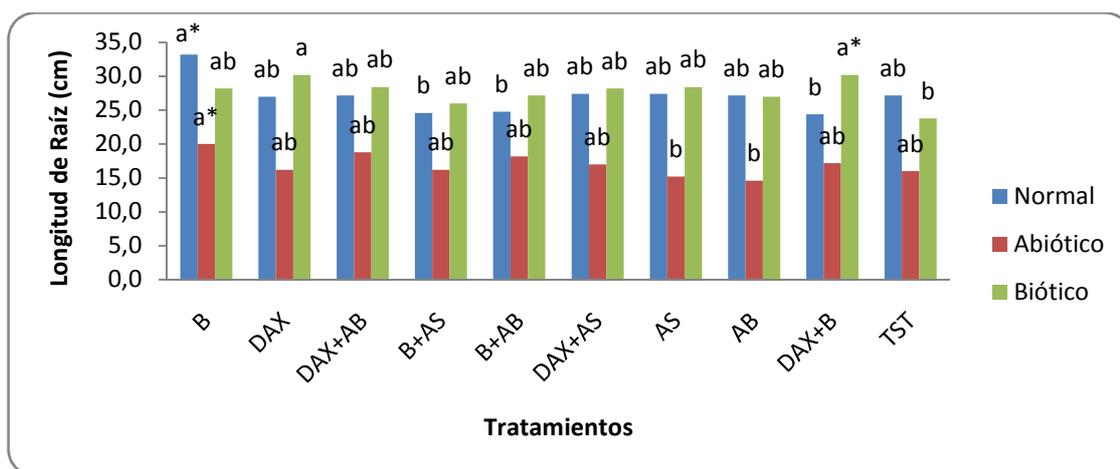


Figura 9.- Longitud de Raíz presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Longitud de raíz etapa vegetativa

Los resultados obtenidos en la etapa vegetativa (**Figura 10**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) no hubo diferencia estadística entre tratamientos. Al igual que para el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), en el cual tampoco se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la aplicación del producto Barrier presento un incremento del 11.6% la longitud. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), se muestra diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de ácido salicílico, al presentar un incremento del 7.6% en la Longitud de raíz.

Los resultados obtenidos (**Figura 10**) también coinciden con los encontrados por Rodríguez *et al.*, (2008) quienes dicen que al aplicar ácido salicílico en plantas de tomate, se incrementó la longitud de raíz. También coinciden con los reportados por Sari y Etebariam, (2006) ya que indican que al tratar plántulas de trigo inoculadas con *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* con ácido salicílico, ejerce efecto positivo al incrementar la longitud de raíz.

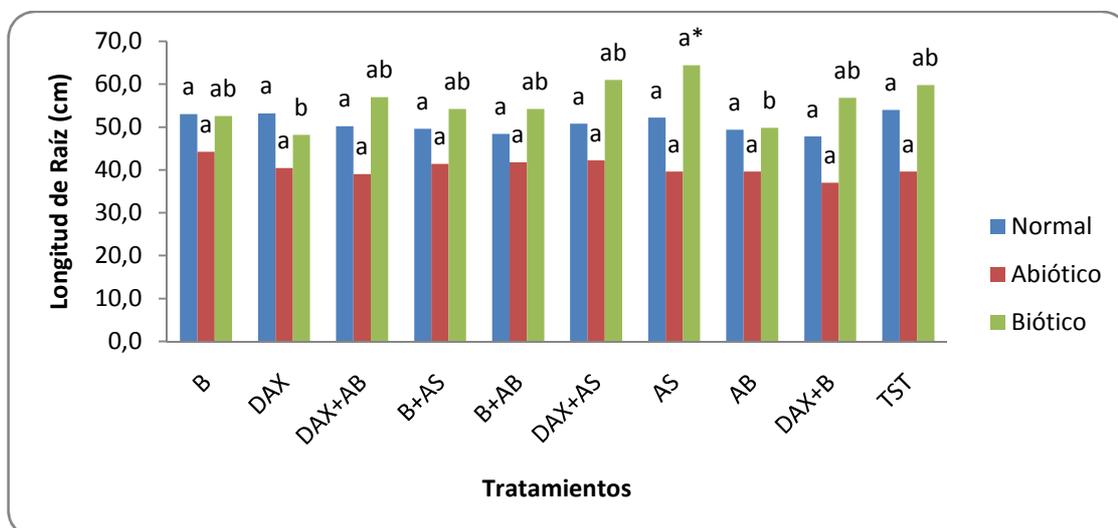


Figura 10.- Longitud de raíz presentada en los tres ambientes durante la etapa vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Peso seco foliar etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 11**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) no hubo diferencia estadística entre tratamientos. En cambio en el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), si se encontró diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento el producto Barrier, al presentar un incremento del 242% en el peso seco foliar. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), se muestra diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de ácido benzoico, al obtener 24% más peso seco foliar en comparación al testigo.

Los resultados obtenidos (**Figura 11**) difieren de los encontrados por Benavides *et al.*, (2007) quienes encontraron que al aplicar ácido benzoico a plantas de tomate, no hubo efecto positivo en el peso seco foliar, esto al no haber incremento en el peso. Pero coinciden con los reportados por Arroyo, (2006) ya que encontró que al aplicar ácido benzoico en papa, tiene efecto positivo al incrementar el peso seco foliar.

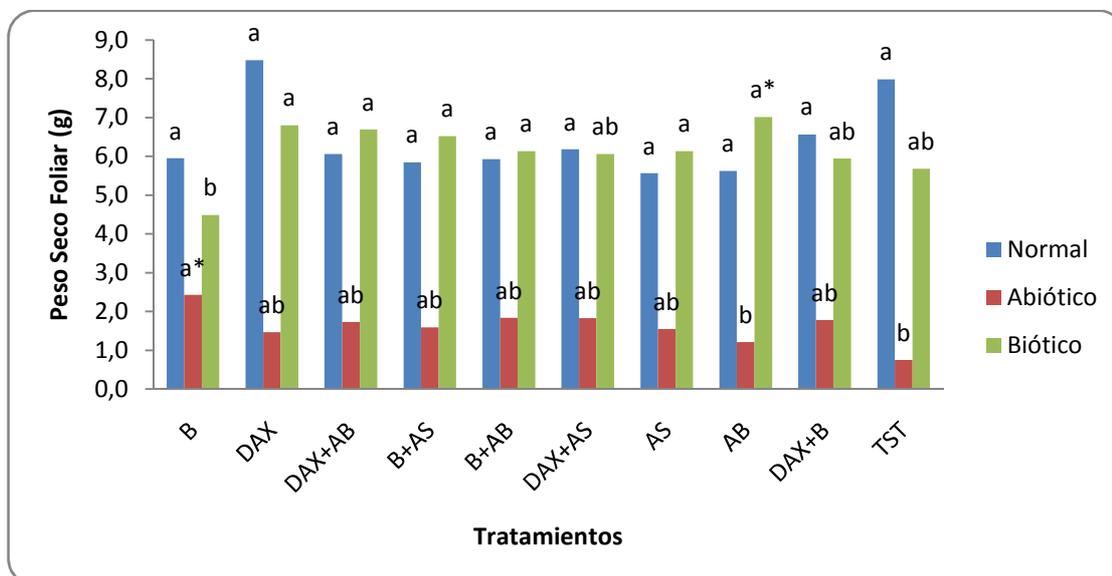


Figura 11.- Peso seco foliar presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Peso seco foliar etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 12**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación del producto Barrier, al incrementar el peso seco foliar en un 32.1% más que el testigo. En el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la aplicación del producto Barrier incrementó en un 88% el peso seco. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), si hubo diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación del producto Barrier + ácido benzoico, al presentar mayor peso seco foliar en un 18.9% en ésta etapa fenológica de planta.

Los resultados obtenidos (**Figura 12**) coinciden con los encontrados por Tambascio *et al.*, (2008) quienes dicen que al aplicar fosfitos de potasio en papa, hay efecto positivo al incrementar el peso seco. Pero difieren de los encontrados por Benavides *et al.*, (2007) quienes indican que al aplicar ácido benzoico a plantas de tomate, no hubo efecto positivo al no presentarse un incremento en el peso seco foliar.

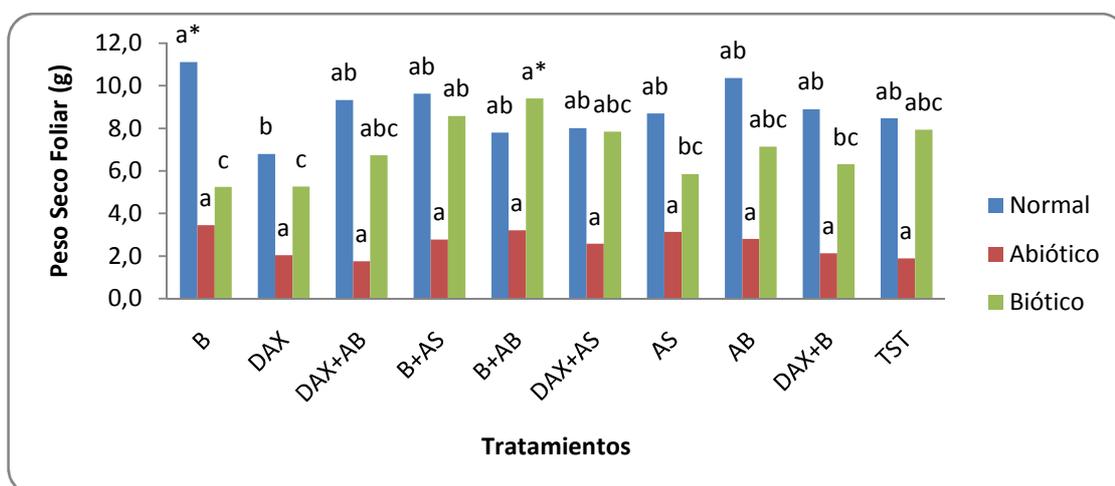


Figura 12.- Peso seco foliar presentado en los tres ambientes durante la etapa vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Peso seco raíz etapa de plántula

Los resultados obtenidos (**Figura 13**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) hubo diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la combinación del los productos Defense AX + Barrier, al incrementar en un 28.5% el peso seco de raíz. En el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), también se encontró diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación del producto Barrier, incrementando hasta un 100% el peso seco. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), si hubo diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de ácido benzoico, al presentar mayor peso seco de raíz en un 36.3%.

Los resultados obtenidos (**Figura 13**) coinciden con los encontrados por Arroyo, (2006) quien dice que al aplicar ácido benzoico en papa, tiene efecto positivo en el peso de las raíces. También coinciden por los encontrados por Velázquez, (2010) quien reportó que la aplicación de silicio incrementó el peso seco de las raíces en plantas de tomate.

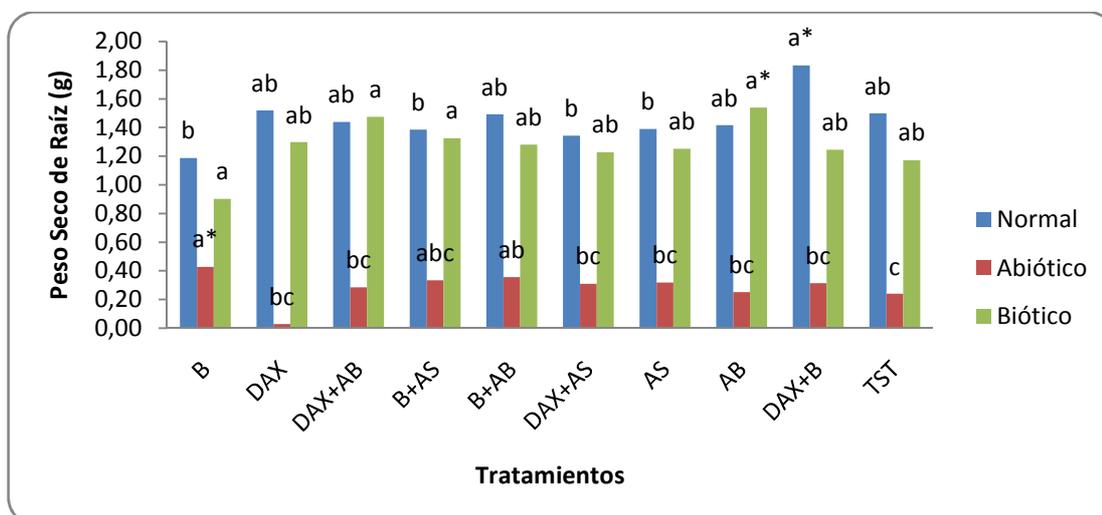


Figura 13.- Peso seco de raíz presentado en los tres ambientes durante la etapa de plántula.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Peso seco raíz etapa vegetativa

Los resultados obtenidos (**Figura 14**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) no hubo diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la aplicación de la combinación del producto Defense AX + ácido benzoico, incrementó el peso seco de raíz en un 23.8%. En el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), si se encontró diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de ácido salicílico, al incrementar en un 50.8% el peso seco. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo, la aplicación del producto Barrier + ácido salicílico incrementó el peso seco de raíz en un 24%.

Los resultados obtenidos (**Figura 14**) coinciden con los encontrados por Burgos, (2005) quien afirma que la aplicación de ácido benzoico en plantas de tomate, no tiene efecto positivo al no presentar incremento en el peso seco de la raíz. Pero difieren de los encontrados por Arroyo, (2006) quien dice que al aplicar ácido benzoico en papa, tiene efecto positivo en el peso de las raíces.

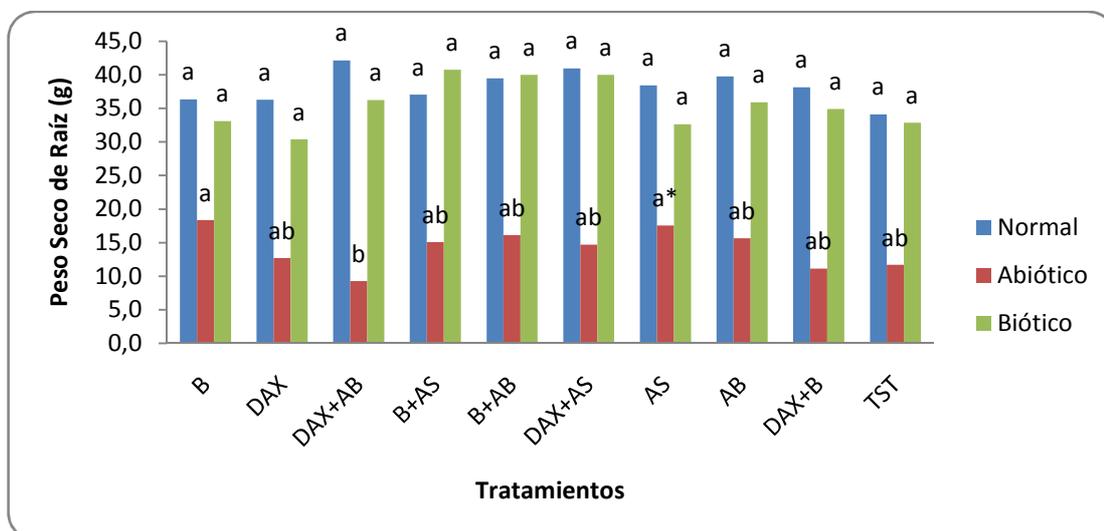


Figura 14.- Peso seco de raíz presentado en los tres ambientes durante la etapa vegetativa.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Número de frutos

Los resultados obtenidos (**Figura 15**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) no hubo diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la aplicación del producto Barrier + ácido salicílico incrementó el número de frutos en un 31.7% más en comparación al testigo. En el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), tampoco se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la aplicación del producto Barrier y ácido salicílico incrementaron el número de frutos hasta en un 700% en comparación al testigo. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), si hubo diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de ácido salicílico, al incrementar en un 22.7% el número de frutos.

Los resultados obtenidos (**Figura 15**) coinciden con los de Rivera, (2005) quien reportó que al aplicar ácido benzoico en plantas de papa, incrementa el número de tubérculos. También coinciden por los encontrados por Mundo, (2004) quien encontró que al aplicar ácido salicílico de forma foliar a plantas de papa, causa un efecto positivo al incrementar el número de tubérculos.

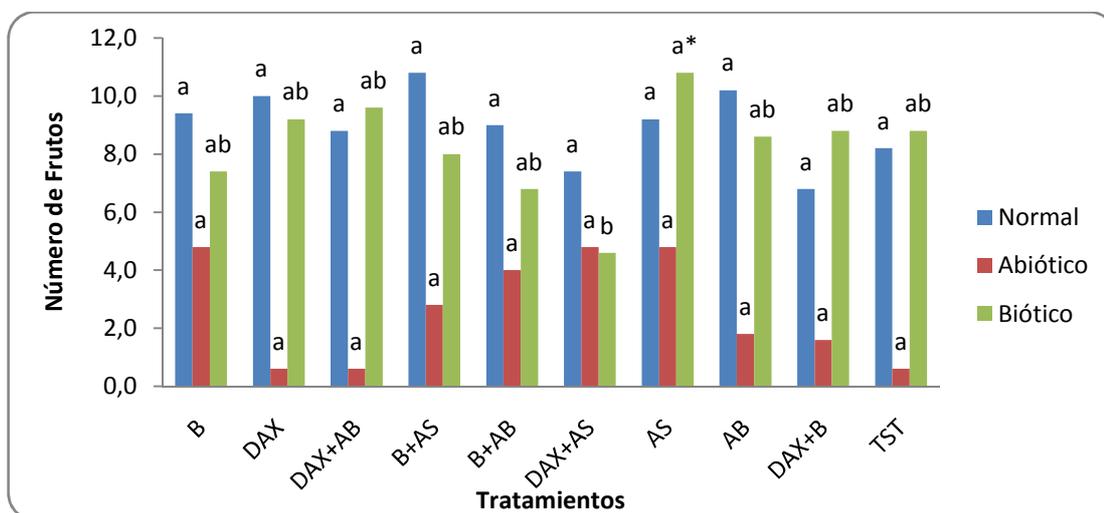


Figura 15.- Número de frutos obtenidos en los tres ambientes.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

Peso de frutos

Los resultados obtenidos (**Figura 16**) muestran que en el ambiente en condiciones normales, (sin estrés) no hubo diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo, la combinación del producto Barrier + ácido salicílico incrementaron en un 61.6% el peso de frutos. En el ambiente con estrés abiótico (estrés salino), si se encontró diferencia estadística entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación del producto Barrier, al incrementar el peso de frutos hasta en un 957.8% en comparación al testigo. En el ambiente con estrés biótico (inoculación con *Fusarium oxysporum*), no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo, la aplicación de ácido salicílico presentó un incremento del peso de frutos del 57.7% en comparación al testigo.

Los resultados obtenidos (**Figura 16**) difieren con los encontrados por Tambascio *et al.*, (2008) quienes encontraron que la aplicación de fosfitos de potasio en plantas de papa; en forma foliar, tuvieron efecto positivo al incrementar el rendimiento. Pero coinciden con los encontrados por Burgos, (2005) quien dice que al aplicar ácido benzoico a plantas de tomate en suelo calcáreo, tiene efecto positivo al incrementar el rendimiento.

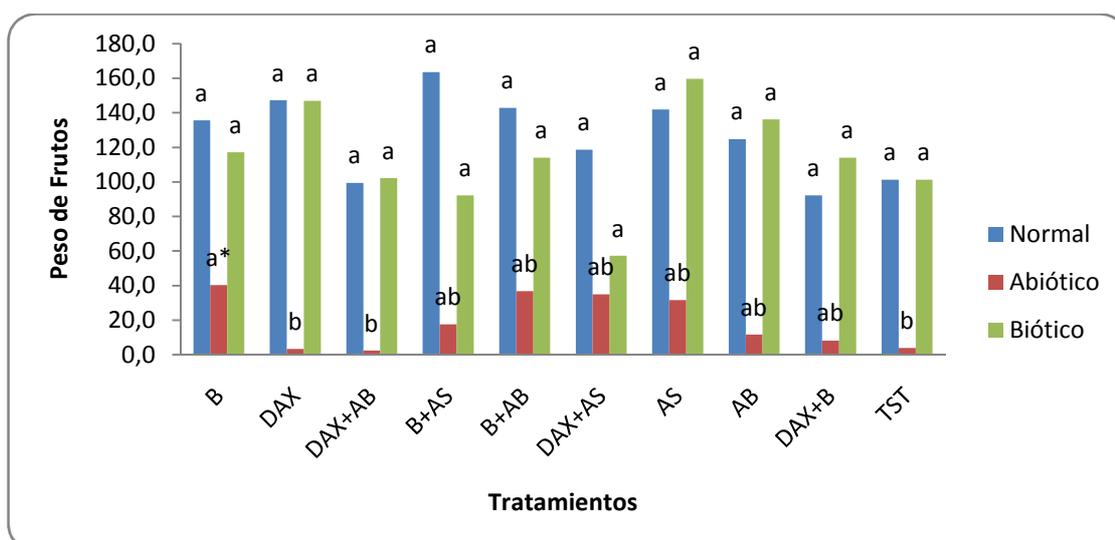


Figura 16.- Peso de frutos obtenidos en los tres ambientes.

*Medias con letra distinta, son estadísticamente diferentes, según la prueba de Tukey (P<0.05).

CONCLUSIÓN

- ❖ La adición de ácido salicílico, ácido benzoico a los productos Barrier y Defense AX, tuvieron efecto positivo cuando las combinaciones son aplicadas de forma foliar, a las plantas de tomate, en las variables agronómicas, altura de planta en la etapa vegetativa, diámetro de tallo tanto en la etapa de plántula como la vegetativa, peso fresco foliar en la etapa vegetativa, peso fresco de raíz tanto en la etapa de plántula como la vegetativa, peso seco foliar en la etapa vegetativa y peso seco de raíz en la etapa de plántula.
- La combinación de los inductores de tolerancia, aplicados de forma foliar a plantas de tomate en condiciones de estrés abiótico, tuvieron efecto positivo, al igual que en condiciones de estrés biótico, en condiciones normales también se mostró efecto positivo, al mejorar las variables agronómicas evaluadas en comparación al testigo.

LITERATURA CITADA

- Alcantar, G, G., Trejo. T. L. I.,** 2009, Libro Nutrición de cultivos, Mundi-prensa., p.2.
- Arroyo, M, M.** 2006. Aplicación de Ácido Benzoico y extracto de Gobernadora en tubérculos de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bustamante, R, E., Patiño, F.** 2001. Manejo integrado de plagas. Costa Rica. No. 60. P.3-14.
- Burgos, L, C, D.** 2005. Efecto del Ácido Benzoico y del complejo de poliácido Acrílico-Quitósán en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivado en suelo calcáreo. Tesis de Maestría. Maestro en ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Benavides, M, A.** 2002. Eco fisiología y bioquímica del estrés en plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Benavides, M, A.** 2002. Estrategias para el uso de los mecanismos naturales de tolerancia al estrés en plantas. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Benavides, M, A. Salazar, T. Marcelina, A. Ramírez, G. Robledo, T, V. Ramírez, R, H. Ratikanta, M.** Tratamiento de semilla de chile con ácidos salicílico y sulfosalicílico y respuesta de las plántulas al frío. *TERRA Latinoamericana*, Vol. 22, Núm. 1, enero-marzo, 2004, pp. 41-47 Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Benavides**, M, A., Burgos, L, D., Ortega, O, H., Ramírez, H. 2007. El ácido benzoico y el poliácido acrílico-QUITOSÁN en la calidad y el rendimiento del tomate cultivado en suelo calcáreo. Revista. TERRA Latinoamericana, Vol. 25, Núm. 3, julio-septiembre, pp. 261-268.
- Burgos**, L, C. 2005. Tesis de Maestría. Efecto del ácido benzoico y del complejo de Poliácido acrílico-QUITOSÁN en tomate, (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cultivado en suelo calcáreo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Casaca**, D. 2005. Documento técnico. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. P. 3.
- Cervera**, M., Cautín, R., y Jeria, G. 2007. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov. 2007. ISBN No 978-956-17-0413-8.
- Comisión Veracruzana**, C, A. 2010. Monografía del Tomate. p. 4.
- Corpeño**, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. El Salvador. p. 1.
- Economista**. 2012.<http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/06/05/logra-mexico-liderato-producción-mundial-tomates>.
- EDA**. 2008. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Boletín técnico de Producción. El uso del ácido salicílico y fosfonatos (fosfitos) para activación del sistema de resistencia adquirida en la planta.
- SIAP**. 2003. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html>. 2003.

SAGARPA. 2009. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=309:produce-mexico-54-toneladas-de-tomate-por-cadahectárea &catid =6:boletines&Itemid=335.

Agroquímicos Orgánicos. 2012. <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/defense-ax-627-3#inicio>.

FAS- USDA (Foreign Agricultural Service-United States Department of Agriculture). 2001. Base de Datos. Washington, D. C. USA. Internet: <http://www.fas.usda.gov>.

García, M, E. 2002. Tesis Licenciatura. Aplicación de ácido Benzoico en forma foliar al cultivo de *Liliumcv*. Dreamland. Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro.

García, M, R. Pérez, L, R. 2003. Fitoalexinas: Mecanismos de defensa de las plantas. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Vol.9, numero 001. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp.5-10.

Gonzaga, S, L., Jiménez, C., Ruiz, C, E., Bernardo, R, J. 2007. Interés del uso de Fitofortificantes para el control de enfermedades del Viñedo. U.P.Na. Dpto. Producción Agraria, Campus Arrosadia, Pamplona, España.

Gutiérrez, C.M.A., Trejo, C. and Larqué-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid n the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry 36 (8): 563 – 565.

Hernández, D, M, I. Mojena, G, M. Chailloux, L, M. Salgado P, J. y Ojeda A. 2004. Evaluación de ácidos carboxílicos en el cultivo protegido del tomate.

- INEGI** (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).
2001. Banco de Información Electrónica. México. D. F. Internet:
<http://www.inegi.gob.mx>.
- Jaramillo**, N, J., Patricia R, V., Guzmán A, M., Zapata, M, A. 2006. Boletín técnico # 21 El cultivo de tomate bajo invernadero. P, 12.
- Jaramillo**, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata. M., Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas.
- Kaur**, H., Inderjit, and S. Kaushik. 2005. Cellular evidence of allelopathic interference of benzoic acid to mustard (*Brassica juncea* L.) seedling growth. *Plant Physiol. Biochem.* 43:77-81.
- Khan**, N. Syeed, S. Masood, N. Nazar, R. and Iqbal, N. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. *International Journal of Plant Biology*, 1:1.
- Larzabal**, R., Cerrato, C. 2009. Manual de producción de tomate. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Honduras.
- Maroto**, J. V. 1989. Libro Horticultura herbácea especial. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España.
- Montoliu**, V, A. 2010. Tesis Doctoral. Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Castellón de la plata.
- Moreno**, C, E. 2011. Tesis Licenciatura. Aplicación de dos fosfitos artesanales en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

- Mundo**, C, S. 2004. Tesis de licenciatura. Efecto de la aplicación Foliar de ácido salicílico y Benzoico en la producción de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Gigant. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Noreen**, S. Ashraf, M. Hussain, M. and Jamil, A. 2009. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annus* L.) plants. *PakistanJournalBotanic*, 41(1): 473-479.
- Nuez** V, F. 1995. Libro. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. pp 15-43.
- Nuño**, M,R., Ponce, M., Hernández, Z.,Machain, S. 2007. Manual de producción Tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. p. 4.
- Ortiz**, C, A., Gómez, D, M. 2010. Tesis de licenciatura. Producción orgánica e inorgánica de cuatro líneas de jitomate saladette (*Lycopersicum esculentum* Mill) en invernadero. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Palma**, M, F. 2009. Respuestas inducidas por acido abscísico y ácido salicílico en las simbiosis de judía y alfalfa en estrés salino. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Palafox**, A, J.M. 2001. Evaluación de la Aplicación Foliar de Acido Salicílico y Benzoico sobre el Cultivo de Melón (*Cucumis melo* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Pineda, C, A.** 2004. Tesis de licenciatura. Evaluación del ácido Salicílico, Ácido Benzoico y Quitosán en la productividad y calidad del fruto en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Purcarea, C. and Cachita, C, D.** 2010. Studies regarding the effects of salicylic acid in maize (*Zea mays* L.) seedling under salt stress. StudiaUniversitat, Seria tiin ele Vie ii, 20 (1): 63-68.
- Ramirez, H. Rancaño, A, J, H. Benavidez, M, A. Mendoza, V, R. Padrón, C, E.** 2006. Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes. Revista Chapingo. Horticultura, julio-diciembre, vol. 12, numero 002. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp 189-195.
- Rangel, S. G., Castro, M. E., Beltrán, P. E., Reyes, C. H., García, P. E.** (2010)El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas*, 12(2): 90 – 95.
- Rivera, F, C.** 2004. Tesis Licenciatura. Evaluación del Efecto de los Ácidos Salicilicos y Benzoicos sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rivera, F, C.** 2005. Evaluación del efecto de loa Ácidos Salicílico y Benzoico sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Gigant. Tesis de licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rivera, P.** 2011. El uso de los fosfitos en las plantas para activar el Sistema de Resistencia en las Plantas. <http://revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/197-el-uso-de-fosfitos-en-las-plantas>

Rodríguez, R., Tabares R.J.M., Medina, S, J, A., 1997. Libro Cultivo Moderno del Tomate. Ed. Mundí-Prensa. M. 40.956 – 1996. ISBN.

Rodríguez, L., L. Matos, L. Santos, P. Infante, S. 2008. Crecimiento, floración y fructificación en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L., var. Vyta) provenientes de semillas tratadas con ácido salicílico. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Granma. Cuba.

Salisbury, F. B.; ROSS, C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Traducido por González, V. V. Edit. Iberoamérica, México. pp: 363–365.

SNPTR. 2012. <http://www.tomatenacional.com.mx/?q=node/28>.

Sari, E. Etebarian, H, R. 2006. Concentration-dependent effect of salicylic acid application on wheat seedling resistance to take-all fungus, *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici*. *Phytoparasitica* 37:67–76.

Senaratna T., Merritt D., Dixon K., Bunn E., Touchell D., Sivasithamparam K. 2003. Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. *Plant Growth Regulation* **39**: 77–81.

Tambascio, C. Dosio, G. A. A. De Lasa, C. Andreu, A. B. Caldiz, D. O. 2008. Efecto del fosfito de potasio sobre la intercepción de radiación y la clorofila en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) por aplicación a la semilla y/o al follaje. Laboratorio de Fisiología Vegetal, Unidad Integrada (FCA UNMdP - EEA INTA) Balcarce. Argentina.

Telenchana, G. L. 2011. Tesis de Licenciatura. Evaluación de fosfitos potásicos (Fitoalexin y Atlante) en la prevención de enfermedades foliares del cultivo de cebolla (*Allium cepa*). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica. Ambato, Ecuador.

- Terrali.** 2012. http://www.terraia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=7572&id_marca=2757&base=2012.
- Toledo,O, M.** 2003. Efecto de Tres Fertilizantes comerciales en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sobre el Rendimiento y calidad de fruto bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Valadez, L, A.** 2001. Libro Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México.
- Velázquez, M, N, S.** 2010. Análisis de la fertilización a base de Silicio en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero y cultivo sin suelo. Tesis de licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Velarde, B, A.** 2009. Tesis de Maestría. Modulación del transporte iónico por poliaminas y especies reactivas de oxígeno y su posible impacto en la respuesta de plantas al estrés salino. Universidad de Colima.
- Villanueva, C, E. Alcantar, G, G. Sánchez G, P. Soria, F, M. Parque, S, A.** 2009 Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura]en Yucatán. Departamento de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal.
- Wild, A.** 2003. Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. Cambridge University Press pp.245, Cambridge, UK.

APÉNDICE

Ambiente normal, etapa de plántula.

Cuadro 1.-VARIABLE: Altura

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	211.3800000	23.4866667	1.76	0.1102
ERROR	36	479.5200000	13.3200000		
TOTAL	49	744.5800000			

C.V.= 6.5%

Cuadro 2.-VARIABLE: Diámetro de tallo

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	2.87592200	0.31954689	1.60	0.1513
ERROR	36	7.17288800	0.1992469		
TOTAL	49	10.5236420			

C.V.= 5.9%

Cuadro 3.-VARIABLE: Peso fresco foliar

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	110.1800000	12.2422222	1.60	0.1513
ERROR	36	599.3200000	16.6477778		
TOTAL	49	781.7800000			

C.V.= 7.6%%

Cuadro 4.-VARIABLE: Peso fresco de raíz

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	238	26.4444444	5.91	<.0001
ERROR	36	161	4.4722222		
TOTAL	49	464			

C.V.= 14.4%

Cuadro 5.-VARIABLE: Longitud de raíz

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	281.1200000	31.2355556	3.34	0.0046
ERROR	36	337.0800000	9.3633333		
TOTAL	49	701.9200000			

C.V.= 11.3%

Cuadro 6.-VARIABLE: Peso seco foliar

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	45.3512080	5.03902311	1.11	0.3821
ERROR	36	163.7399520	4.548332		
TOTAL	49	701.9200000			

C.V.= 33.2%

Cuadro 7.-VARIABLE: Peso seco de raíz

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	1.2286320	0.13651467	3.46	0.0036
ERROR	36	1.4202280	0.03945078		
TOTAL	49	2.7285920			

C.V.= 13.6%

Ambiente con estrés abiótico, etapa de plántula

Cuadro 8.-VARIABLE: Altura

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	370.5800000	41.1755556	4.68	0.0001
ERROR	36	234.9200000	6.5255556		
TOTAL	49	631.7800000			

C.V.= 9.5%

Cuadro 9.-VARIABLE: Diámetro de tallo

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	8.2303680	0.91448533	3.7	0.0023
ERROR	36	8.8989320	0.2471926		
TOTAL	49	18.3750880			

C.V.= 8.3%

Cuadro 10.-VARIABLE: Peso fresco foliarANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	303.3800000	33.7088889	4.88	0.0003
ERROR	36	248.7200000	6.9088889		
TOTAL	49	579.3800000			

C.V.= 19.9%

Cuadro 11.-VARIABLE: Peso fresco de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	10.7846480	1.09606738	2.17	0.0486
ERROR	36	19.9135320	0.5531537		
TOTAL	49	34.1624080			

C.V.= 32%

**Cuadro 12.-VARIABLE: Longitud de
raíz**ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	124.8200000	13.8688889	3.48	0.0035
ERROR	36	143.2800000	3.9800000		
TOTAL	49	288.8200000			

C.V.= 11.7%

**Cuadro 13.-VARIABLE: Peso seco
foliar**ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	8.6281600	0.95868444	3.23	0.0056
ERROR	36	10.6691800	0.2963661		
TOTAL	49	21.4174000			

C.V.= 33.6%

**Cuadro 14.-VARIABLE: Peso seco
raíz**ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	0.1274580	0.014162	5.41	0.0001
ERROR	36	0.9417200	0.0026159		
TOTAL	49	0.2349780			

C.V.= 16.2%

Ambiente con estrés biótico, etapa de plántula

Cuadro 15.-VARIABLE: Altura

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	768.4200000	85.3800000	12.56	<.0001
ERROR	36	244.6800000	6.7966670		
TOTAL	49	1044.0200000			

C.V.= 4.5%

Cuadro 16.-VARIABLE: Diámetro de

tallo

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	9.0940020	1.0104447	5.38	0.0001
ERROR	36	6.7559880	0.1876663		
TOTAL	49	16.3438020			

C.V.= 5.7%

Cuadro 17.-VARIABLE: Peso fresco

foliar

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	1442.5800000	160.2866670	8.69	<0.0001
ERROR	36	664.1200000	18.4477780		
TOTAL	49	2154.9800000			

C.V.= 8.4%

Cuadro 18.-VARIABLE: Peso fresco de raíz

ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	233.2022400	25.9113600	8.16	<.0001
ERROR	36	114.2822400	3.1745067		
TOTAL	49	370.9374000			

C.V.= 12.4%

Cuadro 19.-VARIABLE: Longitud de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	163.9200000	18.2133333	2.45	0.0274
ERROR	36	267.8800000	7.4411111		
TOTAL	49	455.1200000			

C.V.= 9.8%

Cuadro 20.-VARIABLE: Peso seco foliarANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	23.1412000	2.5712444	4.39	0.0006
ERROR	36	21.0866000	0.5855739		
TOTAL	49	46.9162000			

C.V.= 12.4%

Cuadro 21.-VARIABLE: Peso seco de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	1.3309780	0.1478864	4.08	0.0011
ERROR	36	1.3040720	0.0362242		
TOTAL	49	2.7315380			

C.V.= 14.9%

Ambiente normal, etapa vegetativa.**Cuadro 22.-VARIABLE: Altura**ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	3610.1800000	401.131111	2.28	0.0383
ERROR	36	6323.7200000	175.6588900		
TOTAL	49	10475.7800000			

C.V.= 14.1%

Cuadro 23.-VARIABLE: Diámetro de talloANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	7.7917920	0.86575467	1.41	0.2213
ERROR	36	22.1375680	0.6149324		
TOTAL	49	31.7633920			

C.V.= 7.1%

Cuadro 24.-VARIABLE: Peso fresco foliarANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	22829.3000000	2536.58889	3.17	0.0064
ERROR	36	28770.6000000	799.1833300		
TOTAL	49	59626.5000000			

C.V.= 8.9%

Cuadro 25.-VARIABLE: Peso fresco de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	18211.5821500	2536.58889	3.13	0.0069
ERROR	36	23261.0720000	799.1833300		
TOTAL	49	42341.8224300			

C.V.= 24.6%

Cuadro 26.-VARIABLE: Longitud de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	251.2200000	27.9133333	1.14	0.3587
ERROR	36	878.0800000	24.3911110		
TOTAL	49	1324.8200000			

C.V.= 9.6%

Cuadro 27.-VARIABLE: Número de frutosANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	69.7800000	7.7533333	1.15	0.3546
ERROR	36	242.5200000	6.7366667		
TOTAL	49	354.9800000			

C.V.= 28.9%

Cuadro 28.-VARIABLE: Peso de frutosANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	25046.8200000	2782.98	0.91	0.5303
ERROR	36	110542.0800000	3070.6133000		
TOTAL	49	167899.6200000			

C.V.= 43.7%

Cuadro 29.-VARIABLE: Peso seco foliarANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	71.7980180	7.97755756	2.79	0.0137
ERROR	36	103.0175720	2.8615992		
TOTAL	49	190.3294580			

C.V.= 18.9%

Cuadro 30.-VARIABLE: Peso seco de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	262.8614180	29.2068242	1.8	0.1021
ERROR	36	583.6953120	16.2137587		
TOTAL	49	190.3294580			

C.V.= 10.5%

Ambiente con estrés abiótico, etapa vegetativa.**Cuadro 31.-VARIABLE: Altura**ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	462.7200000	51.4133333	1.01	0.4503
ERROR	36	1832.4800000	50.9022220		
TOTAL	49	2357.1200000			

C.V.= 11%

Cuadro 32.-VARIABLE: Diámetro de talloANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	3.2837620	0.3648244	0.43	0.9125
ERROR	36	30.8592880	0.8572024		
TOTAL	49	35.9398420			

C.V.= 10.5%

Cuadro 33.-VARIABLE: Peso fresco foliar
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	11229.1200000	1247.68	1.81	0.0995
ERROR	36	24762.8800000	687.8500000		
TOTAL	49	37038.3200000			

C.V.= 19.3%

Cuadro 34.-VARIABLE: Peso fresco de raíz
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	408.7495220	45.4166136	1.53	0.1733
ERROR	36	1065.3518280	29.5931060		
TOTAL	49	1609.7391220			

C.V.= 37.6%

Cuadro 35.-VARIABLE: Longitud de raíz
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	178.5000000	19.8333333	0.48	0.8788
ERROR	36	1489.6000000	41.3777780		
TOTAL	49	1730.5000000			

C.V.= 15.8%

Cuadro 36.-VARIABLE: Número de frutos
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	150.7200000	16.7466667	3.67	0.0024
ERROR	36	164.0800000	4.5577778		
TOTAL	49	345.5200000			

C.V.= 80.8%

Cuadro 37.-VARIABLE: Peso de frutos
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	10521.6200000	1169.0688	4.39	0.0006
ERROR	36	9597.6800000	266.6022200		
TOTAL	49	22294.8200000			

C.V.= 85.6%

Cuadro 38.-VARIABLE: Peso seco foliar
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	15.9031280	1.767014	2.55	0.0224
ERROR	36	24.9781320	0.6938370		
TOTAL	49	46.2840480			

C.V.= 32.3%

Cuadro 39.-VARIABLE: Peso seco de raíz
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	388.0284420	43.1142713	3.11	0.0073
ERROR	36	499.4797880	13.8744386		
TOTAL	49	944.5786020			

C.V.= 26.1%

Ambiente con estrés biótico, etapa vegetativa

Cuadro 40.-VARIABLE: Altura
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	1242.3200000	138.035556	0.46	0.8887
ERROR	36	10700.6800000	297.2411100		
TOTAL	49	12101.9200000			

C.V.= 20%

Cuadro 41.-VARIABLE: Diámetro de tallo
ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	16.3229620	1.81366244	1.88	0.0876
ERROR	36	34.7842280	0.9662286		
TOTAL	49	56.9168820			

C.V.= 8.6%

Cuadro 42.-VARIABLE: Peso fresco foliarANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	32518.5000000	1.81366244	3.15	0.0067
ERROR	36	41336.0000000	1148.2222000		
TOTAL	49	78236.5000000			

C.V.= 11%

Cuadro 43.-VARIABLE: Peso fresco de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	13252.3694100	1472.48549	3.71	0.0023
ERROR	36	14294.9201600	397.0811200		
TOTAL	49	29572.5682500			

C.V.= 24.5%

Cuadro 44.-VARIABLE: Longitud de raízANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	1142.8000000	126.977778	2.87	0.0116
ERROR	36	1590.6000000	44.1833330		
TOTAL	49	2844.0000000			

C.V.= 11.9%

Cuadro 45.-VARIABLE: Número de frutosANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	130.8200000	14.5355556	2.02	0.066
ERROR	36	259.4800000	7.2077778		
TOTAL	49	395.6200000			

C.V.= 32.5%

Cuadro 46.-VARIABLE: Peso de frutosANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	38379.6800000	4264.4	1.48	0.1914
ERROR	36	103479.9200000	2874.4400000		
TOTAL	49	145407.6800000			

C.V.= 46.9%

Cuadro 47.-VARIABLE: Peso seco foliar

ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	89.0185120	9.89094578	5.87	0.0001
ERROR	36	60.6659280	1.6851647		
TOTAL	49	163.5658720			

C.V.= 18.4%

Cuadro 48.-VARIABLE: Peso seco de raíz

ANÁLISIS DE
VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	13	581.1656580	64.573962	1.63	0.1438
ERROR	36	1426.5569320	39.6265810		
TOTAL	49	2455.9734180			

C.V.= 17.6%